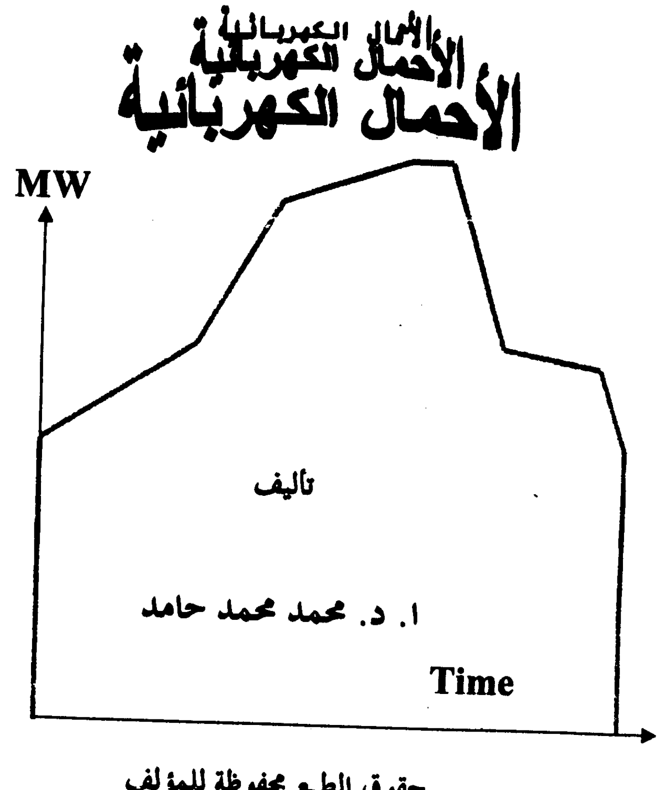
الأحمال الكهربائية

الأحمال الكهربائية
الأحمال الكهربائية



تأليف

ا. د. محمد محمد حامد

العام ٢٠٠٠

محتويات الكتاب

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

تتفاقم الكميات المستهلكة بصورة متزايدة لجانب ارتفاع نسبة الاعتماد على الأجهزة الكهربائية لخدمة البشرية في كافة الميادين وقد صاحب ذلك حالتين من التغير الهام وهما الشكل العام للاستهلاك اليومي للطاقة الكهربائية ونسبة التداخل بين النوعيات المختلفة من الأحمال الكهربائية ، ويقدم هذا الكتيب شرحا علميا وهندسيا لهذين المحورين مع تغطية كل الموضوعات ذات العلاقة معهما مبينا مدي أهمية التعامل مع هذه الموضوعات سواء في مجال التخطيط أو التصميم .

يعتبر هذا الكتاب نافعا للمهندسين العاملين في مجال التخطيط والتصميم والتنفيذ بشكل خاص ولمهندس الكهرباء عموما كما يستفيد منه الطلاب في كليات الهندسة والمعاهد الفنية وكذلك المدارس الفنية وهو مبسط لدرجة كبيرة مساهما في إزالة عثرات اللغة الأجنبية والتعامل المباشر مع أدق البيانات باللغه العربية يعين في الفهم .

عولجت الموضوعات التي وردت في الكتاب بأسلوب مبتكر لم يسبق تناوله في الكتب والمراجع العلمية بأي من اللغات بما فيهم العربية وأرجو أن أكون قد تبعت قول الله جل جلاله :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وما توفيقي إلا بالله ﴾

صدق الله العظيم

المؤلف

الفصل الأول

الأحمال القياسية

STANDARD LOADS

تعتمد أعمال التخطيط **planning** الصحيحة علي دراسة كل ما هو متوقع مستقبلا طبقا للقواعد المنظمة لبناء الهيكل ذاته ويزيد علي ذلك أن توضع في الاعتبار كل المفاجآت والتوقعات غير المنتظمة لكل الاحتمالات **probabilities** مستقبلا وتختلف هذه الأعمال حسب النوعية المطلوبة للدراسة وحيث أننا بصدد الشبكات الكهربائية **electric networks** فتوجه إلي الأحمال الكهربائية **electric loads** والتي تعني الكثير للمصمم غير أنها لم تلقي الاهتمام الكافي وتحصل هذه الأحمال علي وزنها من الشرح والتفصيل ، وهنا نجد أنفسنا مضطرين للخوض في الفروع الأصلية لها بل والبدء من حيث المعني والمغزى .

تعبر الأحمال الكهربائية تحديدا بقيمة الكمية الكهربائية **Electric amount** التي تتم دراستها أو الكمية المعنية بصرف النظر عن أنها طاقة **energy** أو قدرة **power** أو غيرهما ويتسع الأفق في هذا المجال عندما يكون الحديث عن الأحمال بصورة مطلقة كهربائية أم غيرها فنجدها تأخذ نفس المعني سواء كانت أحمال علي الكباري والجسور **bridges** فنجدها تتمثل بكميات الوزن المارة علي عليه سواء كانت وزن **weight** أو عزوم **moment** أو غيرهما ولنفس الحمل ولكن في تخصص آخر مثل المرور **traffic** فتعني كميات أو عدد السيارات المارة وعندما ننتقل إلي الهاتف **telephones** فنجد أعداد المكالمات التي تتم في آن واحد والتحليل هنا يصلح من حيث المبدأ لأي تخصص ما دام التعبير عن هذه الأحمال داخل كل مجال يدور بنفس الأسلوب ولهذا نجد أن التعميم جوهري حتى نحصل علي أقصى مفهوم شامل ويكون صحيحا من الناحية الهندسية.

جدير بالذكر أن كلمة أحمال تشمل المعني أي أنها تتكون من أحمال ولذلك نذكر مكوناتها الأصلية بالمسمى " الأحمال القياسية **standard loads** " حيث أنها تمثل أحمالا بالفعل قياسية الطابع مغطية المعني وهكذا نصل إلي المعني تحديدا حيث يجب البدء في دراسة الأحمال كلها من هذه الأحمال القياسية .

هكذا نجد البداية بتصنيف الأحمال القياسية بصرف النظر عن قيمتها فنأخذها تبعا للتحميل الكهربي كنسبة مئوية من القيمة القصوى للحمل ولذلك نسميها أحمالا قياسية مطلقة لأنها بدون وحدات هندسية أو فنية ،

وهذا ما سوف نسرده في الفقرات التالية حيث نأخذ ستة أصناف من تنويع الأحمال القياسية لنتدارسها سويا وليصبح معها مفهوم الأحمال القياسية واضحا جليا لا يحتاج الي المزيد من الشرح.

١-١:الأحمال الصناعية Industrial Loads

تمثل الأحمال الصناعية تلك الخاضعة لأعمال الصناعة بشكل عام ولذلك نضعها في شكل أكثر تفصيلا علي النحو التالي:

أولا : مصانع كيميالية : وهي الصناعات الكيميائية أو تلك الصناعات التي تعمل بأسس كيميائية فمنها منتجات المواد الكيميائية أو البويات أو الأدوية وغيرهم .

ثانيا : مصانع إنتاجية : وتعبر عن كل الصناعات التي تتم فيها العمليات الصناعية بالأسلوب الإنتاجي مثل مصانع الملابس الجاهزة أو مصانع العبوات سواء الغذائية أو بشكل عام . كما أن هذه الأحمال تتصرف بشكل شبه موحد وثابت فنجدها علي مدار اليوم الواحد تأخذ ثلاث مستويات من الطاقة المستهلكة فنجدها مثل النظام ثلاثي الوردية فهي نهارا ومن بداية الوردية الأولي ومن السابعة صباحا تصل الي قمة الاستهلاك وينخفض مع انتهاء إلي نسبة أقل ٩٠ % لفترة محدودة يكون فيها العمل علي مستوي أدق لكل ما تم إنتاجه نهارا فتعود الي أعلي استهلاك ثم تنخفض ليلا وحتى الصباح وتدور الدورة الزمنية يوميا بنفس الأسلوب ولذلك يكون التغير فيها ضئيلا ولا يمثل وزنا ذو تأثير داخل الشكل العام للحمل .

ثالثا: صناعات ثقيلة : وتمثل الصناعات الضخمة في المعني وهي تعني صناعات هامة ورئيسية مثل الحديد والصلب أو الألومنيوم أو الأسمدة وغيرها . وهذه النوعية تكون غير متغيرة تقريبا من ناحية الاستهلاك الكهربائي إلا في أضيق الحدود فتأخذ مستويين هما القيمة القصوى والنزول إلي تخفيضا بقيمة ٢٥ % كما نراها في الجدول رقم ١-١ حيث الأحمال ١٠٠ % نهارا ثم ٧٥ % ليلا .

رابعا : صناعات خفيفة : هذه النوعية منتشرة بكثرة وتعمل علي كافة المستويات سواء القطاع العام أو الخاص فهي تشمل الصناعات الكهربية الإلكترونية مثل مصانع المذياع والتليفزيون ومكونات الكمبيوتر وملحقاته وغير ذلك من الدوائر التكاملية والمطبوعة وهكذا فهي تعبر عن قطاع كبير شامل من الصناعة وتعمل غالبا في فترة عمل واحدة وهي الفترة الصباحية . وهي تعمل فترة نهارية بمعدل ١٠٠ % لنصف المدة وحوالي ٨٠ % منها في الباقي كما هو مجدولا في الجدول رقم ١-١ بينما باقي اليوم بلا عمل .

خامسا : الصناعات الغذائية : تختص هذه النوعية في الصناعات الغذائية وهي التي كثرت وتزايدت في العقود الأخيرة فهي تستهلك القسط الأكبر من حياة البشرية علي البسيطة مما يضعها في مقدمة الصناعات الحديثة بعد تكنولوجيا الإلكترونيات ولهذا أدخلت هذه الصناعة نفسها داخل الوسط الصناعي وبشكل فعال رغم أنف

جدول رقم ١ – ١ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية

الساعة	خفيفة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديتين	ثقيلة	غذائية
١٢		٨٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
١		٨٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٢		٨٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٣		٨٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٤		٩٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٥		٩٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٦		٩٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٧		١٠٠	٧٠	٥٠	٧٥	٦٠
٨	٨٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
٩	٨٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١٠	٨٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١١	٨٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١٢	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١	١٠٠	٩٥	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
٢	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
٣	١٠٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٤	١٠٠	٩٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
٥	٨٠	١٠٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
٦	٨٠	١٠٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
٧	٨٠	١٠٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
٨		١٠٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
٩		٩٥	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
١٠		٩٥	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠
١١		٩٠	٧٠	٨٠	٧٥	١٠٠

المعارضين ولذلك أصبحت أساسية بالنسبة للصناعة ، ويدخل في إطار الصناعات الغذائية التعليب الغذائي من الصلصلة والمياه الغازية والهامبورجر والمأكولات نصف المطهية وغيرها . ونري في الجدول رقم ١-١ التسلسل الجملي لهذه النوعية من الأحمال .

من هذا المنطلق وعلي أساس التصرفات الهندسية المتشابهة يكون من الممكن أن نضع أشكالا نمطية للتصرف الكهربائي من الناحية الفنية وكيفية استهلاك كل منها للطاقة الكهربية وهو ما نستطيع إطلاق مسمي الأحمال القياسية عليها كما يوضح الجدول ١-١ التغير النمطي للأحمال القياسية لنظم الوردية المعمل بها عالميا وفي مصر أيضا سواء تلك الثلاثية أو الثنائية .

في الحقيقة تتجمع هذه النوعيات المختلفة من الأحمال القياسية وبالشكل الأساسي لتغيرها الزمني المشار إليه ولكن بنسب متباينة وتعتمد هذه النسب فيما بينها علي طبيعة المكان أو الموقع أو المدينة أو القرية فمثلا في المناطق الصناعية نجد ان نسبة الحمل الكهربائي بالطابع الصناعي أكثر من غيره لأن نسبة تواجده بين بقية الأحمال كبيرة وفي المناطق الصناعية ذاتها تتفاعل طبيعة الأعمال الصناعية من كيميائية إلي ثقيلة أو خفيفة حسب الأحوال ولذلك كان من الواجب علينا دراسة التأثيرات المختلفة لطبيعة الأحمال الكهربية عندما تتباين هذه الأحمال بقيمتها فيما بينها داخل الإطار الصناعي ذاته كما نري في الجدول رقم ١-٢ بعضا من هذه النسب للدراسة والتحليل .

جدول رقم ١- ٢ : النسبة المئوية لمكونات الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية

الحالة	خفيفة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديتين	ثقيلة	غذائية
الأولي	١٠	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٥
الثانية	٢٠		١٠	١٠	٤٠	٢٠
الثالثة	٢٠	١٠	٢٠	٢٠	١٠	٢٠
الرابعة	١٠	٢٠	٣٠	٢٠		٢٠
الخامسة	٢٠	٢٠		٢٠	٢٠	٢٠
السادسة	٣٠	٢٠	١٠	٢٠	١٠	١٠

نجد النسب المختلفة بين الأحمال القياسية المختلفة داخل الحمل الصناعي قد جاءت في ستة مجموعات ولكل من هذه الحالات الستة نري التجميع الشامل لك حالة ففي الحالة الأولي حيث أحمال الوردية تصل الي ٦٠ % بجانب الصناعة الثقيلة ٢٠ % تعطي انطباعا عن موقع صناعي من الدرجة الأولي حيث نوعية الصناعة

ومدة عملها فتري الحمل الإجمالي من الناحية القياسية المطلقة كما ورد في الجدول رقم ١-٣ وهو ما يشير إلي الشكل النمطي للأحمال في هذه الحالة والتي تعبر بشكل عام عن ما هو متوقع عند بناء المواقع من هذا الطابع فتفيد إلي حد كبير في التخطيط لإنشاء الشبكات الكهربية .

جدول رقم ١- ٣ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة الأولي)

الساعة	خفيفة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديين	ثقيلة	خلفية	إجمالي	معدل
١٢	٠	٤	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨	٥٨،٣
١		٤	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨	٥٨،٣
٢		٤	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨	٥٨،٣
٣		٤	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨	٥٨،٣
٤		٤،٥	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨,٥	٥٨،٨
٥		٤،٥	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨،٥	٥٨،٨
٦		٤،٥	٢١	١٥	١٥	٣	٥٨،٥	٥٨،٨
٧		٥	٢١	١٥	١٥	٣	٥٩	٥٩،٣
٨	٨	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٧	٩٧،٥
٩	٨	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٧	٩٧،٥
١٠	٨	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٧	٩٧،٥
١١	٨	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٧	٩٧،٥
١٢	١٠	٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٩	٩٩،٥
١	١٠	٤،٧٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٨،٧٥	٩٩,٢
٢	١٠	٤،٥	٣٠	٣٠	٢٠	٤	٩٨،٥	٩٩،٢
٣	١٠	٤،٥	٣٠	٣٠	٢٠	٥	%٩٩	١٠٠
٤	١٠	٤،٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٧٩،٥	٧٩،٩
٥	٨	٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٧٨	٧٨،٤
٦	٨	٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٧٨	٧٨،٤
٧	٨	٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٧٨	٧٨،٤
٨		٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٧٠	٧٨،٤
٩		٤،٧٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٦٩،٧٥	٧٠،١
١٠		٤،٧٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٦٩،٧٥	٧٠,١
١١		٤،٥	٢١	٢٤	١٥	٥	٦٩،٥	٦٩،٨

أما مع الحالة الثانية حيث ترتفع نسبة الصناعة الثقيلة إلي ٤٠ % فنري النتائج ذاتها قد تحولت الي الشكل المبين في الجدول رقم ١-٤ حيث نري الفارق بين الحالتين الأولي والثانية بشكل ملحوظ وإن كان بدرجـــة بســيطة نتيجة أن الأحمال بالوردية قريبة الشبه من تلك في الصناعة الثقيلة فيكون علينا النظر في التغير التالي .

جدول رقم ١- ٤ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة الثانية)

الساعة	خفيفة	ثلاث ورادي	ورديتين	ثقيلة	خلفية	إجمالي	معدل (%)
١٢		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
١		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٢		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٣		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٤		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٥		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٦		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٧		٧	٥	٣٠	١٢	٥٤	٥٤
٨	١٦	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٢	٩٢
٩	١٦	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٢	٩٢
١٠	١٦	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٢	٩٢
١١	١٦	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٢	٩٢
١٢	٢٠	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٦	٩٦
١	٢٠	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٦	٩٦
٢	٢٠	١٠	١٠	٤٠	١٦	٩٦	٩٦
٣	٢٠	١٠	١٠	٤٠	١٦	١٠٠	١٠٠
٤	٢٠	٧	٨	٣٠	٢٠	٩٥	٩٥
٥	١٦	٧	٨	٣٠	٢٠	٨١	٨١
٦	١٦	٧	٨	٣٠	٢٠	٨١	٨١
٧	١٦	٧	٨	٣٠	٢٠	٨١	٨١
٨		٧	٨	٣٠	٢٠	٦٥	٦٥
٩		٧	٨	٣٠	٢٠	٦٥	٦٥
١٠		٧	٨	٣٠	٢٠	٦٥	٦٥
١١		٧	٨	٣٠	٢٠	٦٥	٦٥

بالتوجه ألي الحالة الثالثة نري انخفاضا ملحوظا في الصناعة الثقيلة وتوزيع الفارق علي الوردية والصناعة الخفيفة مما يضع لنا التأثير الفعال عند النزول بمستوي الصناعة الثقيلة وتأثير ذلك علي الأحمال الكهربية القياسية صناعية الطابع (جدول رقم ١–٥) .

جدول رقم ١– ٥ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة الثالثة)

الساعة	خفيفة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديتين	ثقيلة	خلفية	إجمالي	معدل (%)
١٢		٨	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥١،٥	٥٢
١		٨	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥١،٥	٥٢
٢		٨	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥١،٥	٥٢
٣		٨	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥١،٥	٥٢
٤		٩	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥٢،٥	٥٣
٥		٩	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥٢،٥	٥٣
٦		٩	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥٢،٥	٥٣
٧		١٠	١٤	١٠	٧،٥	١٢	٥٣،٥	٥٣
٨	١٦	١٠	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٢	٩٢،٩
٩	١٦	١٠	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٢	٩٢،٩
١٠	١٦	١٠	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٢	٩٢،٩
١١	١٦	١٠	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٢	٩٢،٩
١٢	٢٠	١٠	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٦	٩٦،٩
١	٢٠	٩،٥	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٥،٥	٩٦،٥
٢	٢٠	٩	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٥	٩٥،٩
٣	٢٠	٩	٢٠	٢٠	١٠	١٦	٩٩	١٠٠
٤	٢٠	٩	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٨٦،٥	٨٧،٤
٥	١٦	١٠	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٨٣،٥	٨٤،٣
٦	١٦	١٠	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٨٣،٥	٨٤،٣
٧	١٦	١٠	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٨٣،٥	٨٤،٣
٨		١٠	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٦٧،٥	٦٨،١
٩		٩،٥	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٦٧	٦٧,٧
١٠		٩،٥	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٦٧	٦٧،٧
١١		٩	١٤	١٦	٧،٥	٢٠	٦٦،٥	٦٧،٢

ننتقل إلي الحالة الرابعة حيث تتساوى الأحمال جميعا مع اختفاء أحد الصناعة الثقيلة تماما لحري التعادل التقريبي بين كافة الأحمال فتكون المنطقة هذه ذات أحمال متعادلة في الاستهلاك الكهربائي للأحمال القياسية الصناعية (جدول رقم ١-٦) حيث نجد التوزيع الزمني للأحمال علي مدار اليوم الواحد بدءا من منتصف الليل .

جدول رقم ١- ٦ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة الرابعة)

الساعة	ثقيلة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديتين	غذائية	إجمالي	معدل (%)
١٢		١٦	٢١	١٠	١٢	٥٩	٦٠،٢
١		١٦	٢١	١٠	١٢	٥٩	٦٠،٢
٢		١٦	٢١	١٠	١٢	٥٩	٦٠،٢
٣		١٦	٢١	١٠	١٢	٥٩	٦٠،٢
٤		١٦	٢١	١٠	١٢	٦١	٦٢،٢
٥		١٦	٢١	١٠	١٢	٦١	٦٢،٢
٦		١٦	٢١	١٠	١٢	٥٩	٦٠،٢
٧		٢٠	٢١	١٠	١٢	٦٣	٦٤،٣
٨	٨	٢٠	٣٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٥،٩
٩	٨	٢٠	٣٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٥،٩
١٠	٨	٢٠	٣٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٥،٩
١١	٨	٢٠	٣٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٥،٩
١٢	١٠	٢٠	٣٠	٢٠	١٦	٩٦	٩٨
١	١٠	١٩	٣٠	٢٠	١٦	٩٥	٩٦،٩
٢	١٠	١٨	٣٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٥،٩
٣	١٠	١٨	٣٠	٢٠	١٦	٩٨	١٠٠
٤	١٠	١٨	٢١	١٦	٢٠	٨٥	٨٦،٧
٥	٨	٢٠	٢١	١٦	٢٠	٨٥	٨٦،٧
٦	٨	٢٠	٢١	١٦	٢٠	٨٥	٨٦،٧
٧	٨	٢٠	٢١	١٦	٢٠	٨٥	٨٦،٧
٨		٢٠	٢١	١٦	٢٠	٧٧	٧٨,٦
٩		١٩	٢١	١٦	٢٠	٧٦	٧٧،٥
١٠		١٩	٢١	١٦	٢٠	٧٦	٧٧،٥
١١		١٨	٢١	١٦	٢٠	٧٥	٧٦،٥

في الحالة الخامسة تختفي منظومة واحدة من نظم الوردية وتتوزع الأحمال بالتساوي على البقية معلنة التشابه مع الحالة السابقة فنري التقارب بين الأرقام المحددة للأحمال في الحالتين كما يؤكد ذلك الجدول رقم ١-٧ .

جدول رقم ١- ٧ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة الخامسة)

الساعة	خفيفة	كيميائية	ورديان	ثقيلة	غذائية	إجمالي	معدل (%)
١٢		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
١		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٢		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٣		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٤		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٥		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٦		١٦	١٠	١٥	١٢	٥٣	٥٥،٢
٧		٢٠	١٠	١٥	١٢	٥٧	٥٩،٤
٨	١٦	٢٠	٢٠	٢٠	١٦	٩٢	٩٥،٨
٩	١٦	٢٠	٢٠	٢٠	١٦	٩٢	٩٥،٨
١٠	١٦	٢٠	٢٠	٢٠	١٦	٩٢	٩٥،٨
١١	١٦	٢٠	٢٠	٢٠	١٦	٩٢	٩٥،٨
١٢	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٦	٩٦	١٠٠
١	٢٠	١٩	٢٠	٢٠	١٦	٩٥	٩٩
٢	٢٠	١٨	٢٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٧،٩
٣	٢٠	١٨	٢٠	٢٠	١٦	٩٤	٩٧،٩
٤	٢٠	١٨	١٦	١٥	٢٠	٨٩	٩٢،٧
٥	١٦	٢٠	١٦	١٥	٢٠	٨٧	٩٠،٦
٦	١٦	٢٠	١٦	١٥	٢٠	٨٧	٩٠،٦
٧	١٦	٢٠	١٦	١٥	٢٠	٨٧	٩٠،٦
٨		٢٠	١٦	١٥	٢٠	٧١	٧٤
٩		١٩	١٦	١٥	٢٠	٧٠	٧٢،٩
١٠		١٩	١٦	١٥	٢٠	٧٠	٧٢،٩
١١		١٨	١٦	١٥	٢٠	٦٩	٧٢

ونأتي إلي الحالة الأخيرة فنري زيادة نسبة تواجد الصناعات الخفيفة أي ان هذه الحالة تعبر عن مناطق الصناعات الإلكترونية المتخصصة بشكل عام (جدول رقم ١-٨). وجدير بالذكر أن هذه الأحمال سوف تستكمل دراستها في الفصل القادم حتي نصل ألي المفهوم الصحيح لأهمية دراسة الأحمال وطرزها وما يطرأ منها حديثا..

جدول رقم ١– ٨ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الصناعية (الحالة السادسة)

الساعة	خفيفة	كيميائية	ثلاث ورادي	ورديين	ثقيلة	غذائية	إجمالي	معدل (%)
١٢		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
١		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٢		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٣		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٤		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٥		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٦		١٦	٧	١٠	٧،٥	٦	٤٦،٥	٤٧،٤
٧		٢٠	٧	١٠	٧،٥	٦	٥٠،٥	٥١،٥
٨	٢٤	٢٠	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٢	٩٣،٩
٩	٢٤	٢٠	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٢	٩٣،٩
١٠	٢٤	٢٠	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٢	٩٣،٩
١١	٢٤	٢٠	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٢	٩٣،٩
١٢	٣٠	٢٠	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٨	١٠٠
١	٣٠	١٩	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٧	٩٩
٢	٣٠	١٨	١٠	٢٠	١٠	٨	٩٦	٩٨
٣	٣٠	١٨	١٠	٢٠	١٠	١٠	٩٨	١٠٠
٤	٣٠	١٨	٧	١٦	٧،٥	١٠	٨٨،٥	٩٠،٣
٥	٢٤	٢٠	٧	١٦	٧،٥	١٠	٨٤،٥	٨٦،٢
٦	٢٤	٢٠	٧	١٦	٧،٥	١٠	٨٤،٥	٨٦،٢
٧	٢٤	٢٠	٧	١٦	٧،٥	١٠	٨٤،٥	٨٦،٢
٨		٢٠	٧	١٦	٧,٥	١٠	٦٠،٥	٦١،٧
٩		١٩	٧	١٦	٧،٥	١٠	٥٩،٥	٦٠،٧
١٠		١٩	٧	١٦	٧،٥	١٠	٥٩،٥	٦٠،٧
١١		١٨	٧	١٦	٧،٥	١٠	٥٨،٥	٥٩،٧

١-٢: الأحمال الزراعية Agricultural Loads

من أهم الأحمال الثانية والتي تأخذ الصبغة القياسية تأتي الأحمال الزراعية وهي تلك التي يمكـــن أن تتنـــوع إلي خمسة أنواع من حيث المبدأ علاوة علي أنه من الممكن أن تنضم إليها أحمال أخري عديدة خصوصا مع التقـــدم العلمي الهائل في هذا الميدان ونذكر منها تلك التالية.

جدول رقم ١- ٩ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية

الساعة	تقليدية	حديثة	صوب	بساتين	استصلاح أراضي
١٢		٢٠		٢٠	٢٠
١		٢٠		٢٠	٢٠
٢		٢٠		٢٠	٢٠
٣		١٠٠		٢٠	٢٠
٤	٨٠	١٠٠		٢٠	٥٠
٥	١٠٠	١٠٠	٥٠	٥٠	١٠٠
٦	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٧	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٨	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١٠	١٠٠	٧٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١١	٣٠	٧٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١٢	٣٠	٧٠	١٠٠	٥٠	٢٠
١	٣٠	٧٠	٨٠	٥٠	٢٠
٢	٣٠	٧٠	٥٠	٥٠	٢٠
٣	٩٠	٧٠	٣٠	٥٠	٦٠
٤	٩٠	٧٠	٣٠	٥٠	٦٠
٥	٨٠	٢٠	٣٠	٥٠	٦٠
٦	٣٠	٢٠	٣٠	٦٠	٢٠
٧		٢٠	٣٠	٧٠	٢٠
٨		٢٠	٣٠	٧٠	٢٠
٩		٢٠	٣٠	٧٠	٢٠
١٠		٢٠	٣٠	٧٠	٢٠
١١		٢٠	٣٠	٧٠	٢٠

أولا : الزراعة التقليدية

هذه الأعمال هي التقليدية الطابع والتي كانت متواجدة علي الساحة الزراعية منذ القدم والتي تعتمد علي نمط الطاقة المستهلكة في هذه النوعية فنري في الجدول رقم ١-٩ الشكل الاستهلاكي للطاقة الكهربائية اعتمادا علي نظام الزراعة التقليدية والتي تبدأ أعمالها فجرا وتنتهي قبل حلول المساء .

ثانيا: الزراعة الحديثة (الميكنة)

تمثل الزراعة الحديثة حيث لجأت أساليب الزراعة نحو الزراعة الشاملة والعامة وتحويل كل أعمال الزراعة إلي الأسلوب الإنتاجي فنجدها تسمي الميكنة الزراعية وتأخذ النمط الاستهلاكي المبين في الجدول رقم ١-٩ حيث تعمل العمالة الزراعية ليلا ونهارا ولا تتوقف مثل التقليدية .

ثالثا : صوب زراعية

ظهرت النظم الحديثة للزراعة في العقود الأخيرة نظرا للحاجة الملحة للإنتاج الزراعي الوفير لتغطية حاجات البشر والناس في كافة أنحاء البلاد فظهرت الابتكارات الحديثة ومنها صوب زراعية ويكون فيها التغير الكهربائي في الأحمال كما وردت في الجدول رقم ١-٩ وإن توقفت فتكون لفترة بسيطة وليس مثل العهد الماضي مما كان يفيد المنتجات الزراعية ويوفرها للمستهلك في كل الأوقات .

رابعا : البساتين الزراعية

تعتبر البساتين من أفضل المواقع الزراعية في مصر علي وجه العموم خصوصا وإنها تدر من الربح الوفير علي ملاكها وقد أصبحت الأحمال الكهربية في كافة الشئون الزراعية ذات أهمية وقيمة عالية فنري هذه النوعية منها في الجدول رقم ١-٩ حيث تتوزع علي طول اليوم الواحد استغلالا للزمن والوقت وتوزيعا للعمل والدقة فيه.

خامسا : أحمال استصلاح الأراضي

ظهرت في مصر أعمال استصلاح الأراضي منذ ثورة يوليو ١٩٥٢ وقد زادت رقعة الأراضي المستصلحة ومـــا زالت ولها من الأحمال الكهربائية ما ورد في الجدول رقم ١-٩ حيث تتطور هذه النوعية من الأحمال وأصبحـــت تختلف عن ذي قبل .

أخيرا وتجميعا لهذه الأحمال كافة في إطار التباين في نسبة المكونات داخل الأحمال الزراعية علـــي غـــرار مـــا تم بالنسبة للأحمال الصناعية فنأخذ ستة من الحالات المتباينة لتداخل هذه النوعيات من الأحمـــال الزراعيـــة كمـــا وردت في الجدول رقم ١-١٠ بدأ من التساوي التام بين كل الأحمال إلي اختفاء أي منها وغير ذلك .

جدول رقم ١- ١٠ : النسبة المئوية لمكونات الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية

الحالة	تقليدية	حديثة	صوب	بساتين	استصلاح أراضي
الأولي	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠
الثانية	١٠	٣٠	٣٠	٢٠	١٠
الثالثة	١٠	٣٠	٣٠	٣٠	
الرابعة		٤٠	٣٠	٣٠	
الخامسة	٢٠	١٠	١٠		٦٠
السادسة	١٠	١٠	١٠	١٠	٦٠

ومن حالة التساوي بين مكونات الأحمال الزراعية القياسية نجد الجدول رقم ١-١١ فنري التغير التلقائي لنوعيـــة الأحمال الزراعية بالرغم من أنها أحمال عادة ما تكون ضئيلة داخل الأحمال كافة في المواقع المدنية إلا إنها تكـــون الأعظم في المناطق الصحراوية حيث استصلاح الأراضي ، كما أن الأحمال الزراعية تتزايد يوما بعد آخـــر لأن التطور العلمي لا يهدأ والهندسة الوراثية تأتي بالثمار الجديدة وتستحدث المزروعات وتزيد منها كما وكيفـــا وتقدم للبشرية الحديث والمبتكر .

غير أن التغير في شكل الأحمال الكهربائية لذات الحمل بعد فترة ما قد يتغير نتيجة الابتكارات التي تظـــهر هنـــا وهناك فتزيد من أحمال نوعا وتقلل من الآخر وتضيف أنواعا بينما يختفي غيرها وهكذا فالعلم يسير ونحن نتبعـــه لنتطور معه ونضع الحلول القياسية لكل ما هو مبتكر وهذا واجبنا وعلينا ألا ننام أو نهدأ مادام العلم نشيط .

جدول رقم ١- ١١ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية (الحالة الأولى)

الساعة	تقليدية	حديثة	صوب	بساتين	استصلاح أراضي	إجمالي (%)
١٢		٤		٤	٤	١٢
١		٤		٤	٤	١٢
٢		٤		٤	٤	١٢
٣		٢٠		٤	٤	٢٨
٤	١٦	٢٠		٤	١٠	٥٠
٥	٢٠	٢٠	١٠	١٠	٢٠	٨٠
٦	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٠٠
٧	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٠٠
٨	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٠٠
٩	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	١٠٠
١٠	٢٠	١٤	٢٠	٢٠	٢٠	٩٤
١١	٦	١٤	٢٠	٢٠	٢٠	٨٠
١٢	٦	١٤	٢٠	١٠	٤	٥٤
١	٦	١٤	١٦	١٠	٤	٥٠
٢	٦	١٤	١٠	١٠	٤	٤٤
٣	١٨	١٤	٦	١٠	١٢	٦٠
٤	١٨	١٤	٦	١٠	١٢	٦٠
٥	١٦	٤	٦	١٠	١٥	٤٨
٦	٦	٤	٦	١٢	٤	٣٢
٧		٤	٦	١٤	٤	٢٨
٨		٤	٦	١٤	٤	٢٨
٩		٤	٦	١٤	٤	٢٨
١٠		٤	٦	١٤	٤	٢٨
١١		٤	٦	١٤	٤	٢٨

تأتي الحالة الثانية في الجدول رقم ١-١٢ حيث ترتفع فيها الأحمال الحديثة من صوب أو زراعة حديثـــة فـــنري الأحمال الأكثر يوميا وعلي مدار اليوم كاملا وقد تكون أكثر قليلا من تلك السابقة حيـــث كـــان التســـاوي ولذلك تظهر الأحمال القياسية عاملا أساسيا في كل الدراسات الكهربائية من حيث التخطيط وإنشاء الشـــبكات الكهربائية في المناطق الجديدة أو القديمة علي حد سواء .

جدول رقم ١- ١٢ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية (الحالة الثانية)

الساعة	تقليدية	حديثة	صوب	بساتين	استصلاح أراضي	إجمالي (%)
١٢		٦		٤	٢	١٢
١		٦		٤	٢	١٢
٢		٦		٤	٢	١٢
٣		٣٠		٤	٢	٣٦
٤	٨	٣٠		٤	٥	٤٧
٥	١٠	٣٠	١٥	١٠	١٠	٧٥
٦	١٠	٣٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
٧	١٠	٣٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
٨	١٠	٣٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
٩	١٠	٣٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
١٠	١٠	٢١	٣٠	٢٠	١٠	٩١
١١	٣	٢١	٣٠	٢٠	١٠	٨٤
١٢	٣	٢١	٣٠	١٠	٢	٦٦
١	٣	٢١	٢٤	١٠	٢	٦٠
٢	٣	٢١	١٥	١٠	٢	٥١
٣	٩	٢١	٩	١٠	٦	٥٥
٤	٩	٢١	٩	١٠	٦	٥٥
٥	٨	٦	٩	١٠	٧،٥	٥٥،٥
٦	٣	٦	٩	١٢	٢	٣٢
٧		٦	٩	١٤	٢	٣١
٨		٦	٩	١٤	٢	٣١
٩		٦	٩	١٤	٢	٣١
١٠		٦	٩	١٤	٢	٣١
١١		٦	٩	١٤	٢	٣١

ي الحالة الثالثة حيث تختفي أحمال استصلاح الأراضي (جدول رقم ١-١٣) معلنة ارتفاعا آخر في قيمة مما يبين أن استصلاح الأراضي لها أحمالا منخفضة عن غيرها ولذلك نضيف اختفاء الأحمال التقليدية مع سابقة فتصل بالحالة الرابعة معلنة ارتفاعا جديدا مضافا عن سابقه كما نشاهده بالجدول رقم ١-١٤ .

جدول رقم ١- ١٣ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية (الحالة الثالثة)

الساعة	تقليدية	حديثة	صوب	بساتين	إجمالي (%)
١٢		٦		٦	١٢
١		٦		٦	١٢
٢		٦		٦	١٢
٣		٣٠		٦	٣٦
٤	٨	٣٠		٦	٤٤
٥	١٠	٣٠	١٥	١٥	٧٠
٦	١٠	٣٠	٣٠	٣٠	١٠٠
٧	١٠	٣٠	٣٠	٣٠	١٠٠
٨	١٠	٣٠	٣٠	٣٠	١٠٠
٩	١٠	٣٠	٣٠	٣٠	١٠٠
١٠	١٠	٢١	٣٠	٣٠	٩١
١١	٣	٢١	٣٠	٣٠	٨٤
١٢	٣	٢١	٣٠	١٥	٦٩
١	٣	٢١	٢٤	١٥	٦٣
٢	٣	٢١	١٥	١٥	٥٤
٣	٩	٢١	٩	١٥	٥٤
٤	٩	٢١	٩	١٥	٥٤
٥	٨	٦	٩	١٥	٣٨
٦	٣	٦	٩	١٨	٣٦
٧		٦	٩	٢١	٣٦
٨		٦	٩	٢١	٣٦
٩		٦	٩	٢١	٣٦
١٠		٦	٩	٢١	٣٦
١١		٦	٩	٢١	٣٦

وهكذا نجد الأحمال المستحدثة تعتمد علي الطاقة الكهربائية أكثر من غيرها سواء التقليدية أو تلك التي تخص استصلاح الأراضي فجميعها أظهرت هذا غير أن التغير الحقيقي قد يختلف في وقت عن غيره أو من موسم إلي آخر فهذه الأحمال تأخذ الطابع النمطي والمتوقع لنتيجة الاستهلاك المعتاد كل في مجاله وهي جميعا أحمال توقعية وليست حقيقية ولكنها تقارب الواقع إلي حد كبير حتى في حالة الاختلاف فيكون بسيطا ولذلك يتم الاعتماد علي هذه الأحمال القياسية عند التصميم وتعطي نتائج صحيحة دون خلل .

جدول رقم ١- ١٤ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية (الحالة الرابعة والخامسة)

الحالة	الرابعة				الخامسة				
الساعة	حديثة	صوب	بساتين	إجمالي (%)	تقليدية	حديثة	صوب	استصلاح أراضي	إجمالي (%)
١٢	٨		٦	١٤		٢		١٢	١٤
١	٨		٦	١٤		٢		١٢	١٤
٢	٨		٦	١٤		٢		١٢	١٤
٣	٤٠		٦	٤٦		١٠		١٢	٢٢
٤	٤٠		٦	٤٦	١٦	١٠		٣٠	٥٦
٥	٤٠	١٥	١٥	٧٠	٢٠	١٠	٥	٦٠	٩٥
٦	٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	٢٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٧	٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	٢٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٨	٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	٢٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٩	٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	٢٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
١٠	٢٨	٣٠	٣٠	٨٨	٢٠	٧	١٠	٦٠	٩٧
١١	٢٨	٣٠	٣٠	٨٨	٦	٧	١٠	٦٠	٩٣
١٢	٢٨	٣٠	١٥	٧٣	٦	٧	١٠	١٢	٣٥
١	٢٨	٢٤	١٥	٦٧	٦	٧	٨	١٢	٣٣
٢	٢٨	١٥	١٥	٥٨	٦	٧	٥	١٢	٣٠
٣	٢٨	٩	١٥	٥٢	١٨	٧	٣	٣٦	٦٤
٤	٢٨	٩	١٥	٥٢	١٨	٧	٣	٣٦	٦٤
٥	٨	٩	١٥	٣٢	١٦	٢	٣	٣٦	٥٧
٦	٨	٩	١٨	٣٥	٦	٢	٣	١٢	٢٣
٧	٨	٩	٢١	٣٨		٢	٣	١٢	١٧
٨	٨	٩	٢١	٣٨		٢	٣	١٢	١٧
٩	٨	٩	٢١	٣٨		٢	٣	١٢	١٧
١٠	٨	٩	٢١	٣٨		٢	٣	١٢	١٧
١١	٨	٩	٢١	٣٨		٢	٣	١٢	١٧

أما عن الحالة الخامسة عندما تختفي البساتين من الموقع فجدول رقم ١-١٤ يقدم الأحمال القياسية التي تم حسابها بالنسب المقررة .وأخيرا نجد الحالة السادسة حيث ترتفع نسبة تواجد أحمال الاستصلاح أي تلك المناطق تحت الاستصلاح فتصل نسبة أحمال الاستصلاح الي ٦٠ % من إجمالي الأحمال (جدول رقم ١-١٥) .

جدول رقم ١- ١٥ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الزراعية (الحالة السادسة)

الساعة	تقليدية	حديقة	صوب	بساتين	استصلاح أراضي	إجمالي (%)
١٢		٢		٢	١٢	١٦
١		٢		٢	١٢	١٦
٢		٢		٢	١٢	١٦
٣		١٠		٢	١٢	٢٤
٤	٨	١٠		٢	٣٠	٥٠
٥	١٠	١٠	٥	٥	٦٠	٩٠
٦	١٠	١٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٧	١٠	١٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٨	١٠	١٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
٩	١٠	١٠	١٠	١٠	٦٠	١٠٠
١٠	١٠	٧	١٠	١٠	٦٠	٩٧
١١	٣	٧	١٠	١٠	٦٠	٩٠
١٢	٣	٧	١٠	٥	١٢	٣٧
١	٣	٧	٨	٥	١٢	٣٥
٢	٣	٧	٥	٥	١٢	٣٢
٣	٩	٧	٣	٥	٣٦	٦٠
٤	٩	٧	٣	٥	٣٦	٦٠
٥	٨	٢	٣	٥	٣٦	٥٤
٦	٣	٢	٣	٦	١٢	٢٦
٧		٢	٣	٧	١٢	٢٤
٨		٢	٣	٧	١٢	٢٤
٩		٢	٣	٧	١٢	٢٤
١٠		٢	٣	٧	١٢	٢٤
١١		٢	٣	٧	١٢	٢٤

١-٣: الأحمال التجارية Commercial Loads

جدول رقم ١- ١٦ : الأحمال القياسية داخل الأحمال التجارية

الساعة	المحال الصغيرة	محال ضخمة	أسواق	مناطق تجارية
١٢		١٠	١٠٠	٢٠
١		١٠	٢٠	١٠
٢		١٠	٢٠	١٠
٣		١٠	٢٠	١٠
٤		١٠	٢٠	١٠
٥		١٠	٢٠	١٠
٦		١٠	٢٠	١٠
٧		١٠	٢٠	٢٠
٨		٢٠	٢٠	٣٠
٩		٢٠	٢٠	٣٠
١٠	١٠	٣٠	٢٠	٣٠
١١	١٠	٣٠	٣٠	٤٠
١٢	٢٠	٣٠	٤٠	٤٠
١	٣٠	٤٠	٤٠	٥٠
٢	٣٠	٥٠	٤٠	٥٠
٣	٤٠	٥٠	٥٠	٥٠
٤	٤٠	٥٠	٥٠	٥٠
٥	٧٠	١٠٠	٥٠	٨٠
٦	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٠
٧	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٨	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١١		١٠	١٠٠	١٠٠

جدير بنا أن نتعرض لموضوع نوعية الأحمال التجارية وهي التي تتبع نظم التسويق والعرض ولذلـــك نجدهـــا في تقسيم مبسط علي النحو الوارد في النقاط التالية كما يوضحها الجدول رقم ١-١٦ .

أولا: المحال الصغيرة

هذه المحال التي تختص بصغار التجار وتشمل نوعيات عديدة مثل البقالة والألبان والإسكافي والأعمال التســـويقية الصغيرة وغيرهم من الأعمال التي نراها في الطريق للبيع من مأكولات ومحلات التســـالي وغـــيرهم. وجديـــر بالذكر أن الحمل الكهربائي يتلاشى بعد منتصف الليل وحتى الصباح .

ثانيا: المحلات الضخمة

تمثل المحلات الكبيرة لكبار التجار ورجال الأعمال في مجال التسويق والبيع وهي عديدة ومنها علي سبيل المثـــال محلات البيع للقطاع العام مثل بنزايون والصالون الأخضر وكذلك محلات القطاع الخاص الكبيرة مثل الســـوبر ماركت وسلسلة الفروع الخاصة بالمأكولات الشهيرة ومحلات الأدوات المنزلية الكبـــيرة وغـــيرهم ، ويعـــرض الجدول ١-١٦ الشكل العام لتغير هذه لأحمال والتي تستمر علي مدار اليوم كاملة ولكن بطاقة قليلة ليلا.

ثالثا : الأسواق الشاملة

هي مجموعة المحلات الكبيرة في مكان محدد معا لعرض المبيعات في كافة التخصصات والمجالات وهي أكـــبر مـــن المحلات الضخمة حيث تزداد الأحمال الليلية عن سابقه من أجل الإضاءة والحماية الآلية .

رابعا : المكاتب التجارية

تعتبر هذه المكاتب المقار الإدارية والمختصة بالبيع والشراء مثل البورصة ومقار عمل كبار التجار وتجار الجملـــة وغير ذلك وأحمالها قد تندمج داخل الأحمال الخاصة بالمناطق التجارية الشاملة وهذا لا يمنـــع أن تكـــون لهـــا الأحمال الخاصة بها إلا أننا نكتفي هنا بأسلوب دمجها داخل الأسواق الشاملة للتبسيط .

جدول رقم ١- ١٧ : النسبة المئوية لمكونات الأحمال القياسية داخل الأحمال التجارية

الحالة	المحال الصغيرة	محال ضخمة	أسواق	مناطق تجارية
الأولي	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠
الثانية	٤٠	٣٠	٢٠	١٠
الثالثة	٦٠	٣٠	١٠	
الرابعة	٥٠	٤٠	١٠	
الخامسة	٣٠	٤٠	٢٠	١٠
السادسة	٥٠	٣٠	٢٠	

ولمزيد من البساطة نضع الحالات الستة للنسب المئوية لهذه الأحمال القياسية التجارية (جدول رقم ١-١٧) .

جدول رقم ١ - ١٨ : النسبة المئوية للأحمال القياسية داخل الأحمال التجارية (الحالة الأولى)

الساعة	المحال الصغيرة	محال ضخمة	أسواق	مناطق تجارية	إجمالي (%)
١٢		٣	٢٠	٤	٢٧
١		٣	٤	٢	٩
٢		٣	٤	٢	٩
٣		٣	٤	٢	٩
٤		٣	٤	٢	٩
٥		٣	٤	٢	٩
٦		٣	٤	٢	٩
٧		٣	٤	٤	١١
٨		٦	٤	٦	١٦
٩		٦	٤	٦	١٦
١٠	٣	٩	٤	٦	٢٢
١١	٣	٩	٦	٨	٢٦
١٢	٦	٩	٨	٨	٣١
١	٩	١٢	٨	١٠	٣٩
٢	٩	١٥	٨	١٠	٤٢
٣	١٢	١٥	١٠	١٠	٤٧
٤	١٢	١٥	١٠	١٠	٤٧
٥	٢١	٣٠	١٠	١٦	٧٧
٦	٣٠	٣٠	٢٠	١٨	٩٨
٧	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠	١٠٠
٨	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠	١٠٠
٩	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠	١٠٠
١٠	٣٠	٣٠	٢٠	٢٠	١٠٠
١١		٣	٢٠	٢٠	٤٣

علي نفس النمط السابق للأعمال الصناعية والزراعية نجد الحسابات الخاصة بالأعمال في الحالة الأولي قد وردت في الجدول رقم ١-١٨ بينما نتائج الحالة الثانية قد جدولت في الجدول رقم ١-١٩ حيث تعبر الحالة الأولي عن كثرة الأعمال الخاصة بالمحلات بينما الثانية تزيد فيها الأعمال الخاصة بالمحلات الصغيرة مثل الأحياء الشعبية

جدول رقم ١- ١٩ : النسبة المئوية للأعمال القياسية داخل الأعمال التجارية (الحالة الثانية)

الساعة	المحال الصغيرة	محال ضخمة	أسواق	مناطق تجارية	إجمالي (%)
١٢		٣	٢٠	٢	٢٥
١		٣	٤	١	١٣
٢		٣	٤	١	١٣
٣		٣	٤	١	١٣
٤		٣	٤	١	١٣
٥		٣	٤	١	١٣
٦		٣	٤	١	١٣
٧		٣	٤	٢	١٤
٨		٦	٤	٣	١٣
٩		٦	٤	٣	١٣
١٠	٤	٩	٤	٣	٢٠
١١	٤	٩	٦	٤	٢٣
١٢	٨	٩	٨	٤	٢٩
١	١٢	١٢	٨	٥	٣٧
٢	١٢	١٥	٨	٥	٤٠
٣	١٦	١٥	١٠	٥	٤٦
٤	١٦	١٥	١٠	٥	٤٦
٥	٢٨	٣٠	١٠	٨	٧٦
٦	٤٠	٣٠	٢٠	٩	٩٩
٧	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
٨	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
٩	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
١٠	٤٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠٠
١١		٣	٢٠	١٠	٣٣

وتأتي قراءات الحالتين الثالثة والرابعة في الجدول رقم ١-٢٠ حيث تختفي من الأحمال المناطق التجارية تماما وهـو ما يعني التواجد في مناطق متوسطة أو مرتفعة أو مشتركة بين هاتين الحالتين مما يظهر معه زيادة كبيرة للمحـلات الصغيرة وتصل إلى ٦٠ % في الحالة الثالثة و ٥٠ % في الرابعة .

جدول رقم ١- ٢٠ : النسبة المئوية للأحمال القياسية داخل الأحمال التجارية (الحالة الثالثة والرابعة)

الحالة	الثالثة				الرابعة			
الساعة	محال صغيرة	محال ضخمة	أسواق	إجمالي (%)	محال صغيرة	محال ضخمة	أسواق	إجمالي
١٢		٣	١٠	١٣		٤	١٠	١٤
١		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٢		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٣		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٤		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٥		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٦		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٧		٣	٢	٥		٤	٢	٦
٨		٦	٢	٨		٨	٢	١٠
٩		٦	٢	٨		٨	٢	١٠
١٠	٦	٩	٢	١٧	٥	١٢	٢	١٩
١١	٦	٩	٣	١٨	٥	١٢	٣	٢٠
١٢	١٢	٩	٤	٢٥	١٠	١٢	٤	٢٦
١	١٨	١٢	٤	٣٤	١٥	١٦	٤	٣٥
٢	١٨	١٥	٤	٣٧	١٥	٢٠	٤	٣٩
٣	٢٤	١٥	٥	٤٤	٢٠	٢٠	٥	٤٥
٤	٢٤	١٥	٥	٤٤	٢٠	٢٠	٥	٤٥
٥	٢٨	٣٠	٥	٦٣	٣٥	٤٠	٥	٨٠
٦	٦٠	٣٠	١٠	١٠٠	٥٠	٤٠	١٠	١٠٠
٧	٦٠	٣٠	١٠	١٠٠	٥٠	٤٠	١٠	١٠٠
٨	٦٠	٣٠	١٠	١٠٠	٥٠	٤٠	١٠	١٠٠
٩	٦٠	٣٠	١٠	١٠٠	٥٠	٤٠	١٠	١٠٠
١٠	٦٠	٣٠	١٠	١٠٠	٥٠	٤٠	١٠	١٠٠
١١		٣	١٠	١٣		٤	١٠	١٤

أما الحالتان الخامسة والسادسة فنجدها قد ظهرت في الجدول رقم ١-٢١ حيث الأماكن الأكثر رقيا نوعا ما عن الحالات السابقة جميعا فتظهر المناطق التجارية في الحالة الخامسة فتمثل الحالات كي تسمح لنا بالرؤية الشاملة كما نستطيع وضع نسب أخرى غير المطروحة هنا كل حسب الأحوال .

جدول رقم ١- ٢١ : النسبة المئوية للأحمال القياسية داخل الأحمال التجارية (الحالة الخامسة والسادسة)

الحالة	الخامسة					السادسة			
الساعة	م. صغير	م.ضخمة	أسواق	م. تجارية	إجمالي	م. صغير	م.ضخمة	أسواق	إجمالي
١٢		٤	٢٠	٢	٢٦		٣	٢٠	٢٣
١		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٢		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٣		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٤		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٥		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٦		٤	٤	١	٩		٣	٤	٧
٧		٤	٤	٢	١٠		٣	٤	٧
٨		٨	٤	٣	١٥		٦	٤	١٠
٩		٨	٤	٣	١٥		٦	٤	١٠
١٠	٣	١٢	٤	٣	٢٢	٥	٩	٤	١٨
١١	٣	١٢	٦	٤	٢٥	٥	٩	٦	٢٠
١٢	٦	١٢	٨	٤	٣٠	١٠	٩	٨	٢٧
١	٩	١٦	٨	٥	٣٨	١٥	١٢	٨	٣٥
٢	٩	٢٠	٨	٥	٤٢	١٥	١٥	٨	٣٨
٣	١٢	٢٠	١٠	٥	٤٧	٢٠	١٥	١٠	٤٥
٤	١٢	٢٠	١٠	٥	٤٧	٢٠	١٥	١٠	٤٥
٥	٢١	٤٠	١٠	٨	٧٩	٣٥	٣٠	١٠	٧٥
٦	٣٠	٤٠	٢٠	٩	٩٩	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠
٧	٣٠	٤٠	٢٠	١٠	١٠٠	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠
٨	٣٠	٤٠	٢٠	١٠	١٠٠	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠
٩	٣٠	٤٠	٢٠	١٠	١٠٠	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠
١٠	٣٠	٤٠	٢٠	١٠	١٠٠	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠
١١		٤	٢٠	١٠	٣٤		٣	٢٠	٢٣

١-٤ : الأحمال المنزلية Domestic Loads

تأتي الأحمال المنزلية في المرتبة الأولي بين كل الأحمال حيث أنها أساسية وتدخل في كل المواقع وعلي كل حال فإن الأحمال المنزلية بدأت في التغير عن ذي قبل وقد تتغير مرات أخري تبعا للتطور التكنولوجي المستمر لخدم الإنسان وخاصة في المنزل بدءا من استخدام الخلاط والمطحنة وحتي الغسالات والسخانات والتليفزيون والمذياع وأجهزة الفيديو والكمبيوتر الي ما سوف يبزغ علينا في القرن القادم ، من هنا نضع الفروع المختلفة للأحمال المنزلية علي نفس النسق السابق اتباعه في حلقات طبقا للتطور في الاعتماد علي الكهرباء عن ذي قبل .

أولا : الثلاجات

تمثل هذه الأحمال الجزء الأكبر والمؤثر داخل الأحمال القياسية من حيث انتشارها علي مستوي كبير بحيث قد لا يخلو منزلا من مثل هذه الثلاجة والتي أصبحت من الضروريات الأساسية بدلا من المسمي المعروف القديم وهو الكماليات وإضافة إلي ذلك نجد أن طبيعة استهلاك الطاقة المنزلية قد تباينت بشكل كبير عن ذي قبل ولذلك وضعت الأحمال الكهربية من هذا الطراز في الشكل المبين في الجدول رقم ١-٢٢ بجانب بقية الأحمال التالية .

ثانيا: التكييف والتهوية

لجأت معظم الأسر إلي الاعتماد علي أجهزة التكييف مع التطور النسبي في الشبكات الكهربائية والتي تتواكب مع القدرة علي تغطية هذه النوعية من الأحمال وبدأت الأحمال الكهربية في التكييف تزداد بشكل مذهل بجانب الأسلوب التقليدي في التهوية وهو الذي يستخدم المراوح الكهربائية (جدول ١-٢٢) . كما نجد أن الأحمال الكهربية في هذه النوعية تختلف شتاءا عن الصيف ولذلك نضع هنا الأحمال الشتوية لأنها الأكبر .

ثالثا: الإضاءة — كذلك نري أن استخدام الإضاءة قد تباين عن الماضي وأخذ شكلا مغايرا كما نراه تقريبا في الجدول رقم ١-٢٢ وبالرغم من ذلك إلا أن الطابع العام مازال كما هو .

رابعا : الغسيل والاغتسال

هنا نتعرض للأحمال الكهربائية التي تخص كلا من الغسيل بالكهرباء من خلال الغسالات الكهربائية والتي تتواجد في كل البيوت بلا استثناء و أحمال الاغتسال وهو يشمل أيضا الاستحمام باستخدام الطاقة الكهربائية وهنا نري نوعين من الأحمال فالأول يخص ربات البيوت وهم الأحمال الواردة في الجدول ١-٢٢ والثاني يمثل أحمال السيدات العاملات من حيث التوقيت والحمل وهو ما سوف نتعرض له فيما بعد في الفصول التالية .

جدول رقم ١- ٢٢ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية

الساعة	ثلاجات	تكييف وتهوية	إضاءة	غسيل واستحمام	طهي وأجهزة	نظافة
١٢	٥٠	٢٠	٥٠	٢٠	٢٠	
١	٧٥	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	
٢	١٠٠	٢٠	١٠	٢٠	١٠	
٣	٥٠	٢٠	١٠	٢٠	١٠	
٤	٧٥	٢٠	٤٠	١٠٠	١٠	
٥	١٠٠	٢٠	٤٠	١٠٠	١٠٠	
٦	٥٠	٧٠	٤٠	١٠٠	١٠٠	
٧	٧٥	٧٠	١٠	٥٠	٢٠	
٨	١٠٠	٧٠	١٠	٦٠	٢٠	
٩	٥٠	٧٠	١٠	٦٠	٢٠	
١٠	٧٥	٧٠	١٠	٦٠	٢٠	١٠٠
١١	١٠٠	٧٠	٨	٦٠	٢٠	١٠٠
١٢	٥٠	٧٠	٦	٦٠	٢٠	١٠٠
١	٧٥	٧٠	٥	٥٠	٢٠	١٠٠
٢	١٠٠	٧٠	٣	٤٠	١٠٠	
٣	٥٠	٧٠	١	٤٠	١٠٠	
٤	٧٥	١٠٠	١	٧٠	٢٠	
٥	١٠٠	١٠٠	٣٠	٥٠	٢٠	٤٠
٦	٥٠	١٠٠	١٠٠	٤٠	٢٠	٧٠
٧	٧٥	١٠٠	١٠٠	٤٠	٣٠	١٠٠
٨	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٤٠	١٠٠	
٩	٥٠	١٠٠	١٠٠	٤٠	١٠٠	
١٠	٧٥	١٠٠	١٠٠	٢٠	١٠٠	
١١	١٠٠	٦٠	٩٠	٢٠	٢٠	

خامسا : أحمال الطهي

هناك العديد الذي يعتمد علي الطهي الكهربي خصوصا ومع تواجد أجهزة طهي كهربي ولذلك نجد لهـــا نمطـــا موحدا علي النحو المجدول في ١– ٢٢ وهو من النوعيات التي استحدثت .

سادسا : أحمال النظافة المنزلية

تظهر هذه الأحمال مع التوقيت النهاري وتنعدم ليلا لعدم الإزعاج (جدول رقم ١– ٢٢) أما عـــن الحـــالات الستة المتباينة لتوزيع الأحمال القياسية فنجدها في جدول رقم ١– ٢٣ .

جدول رقم ١– ٢٣ : النسبة المئوية لمكونات الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية

حالة/حالة	ثلاجات	تكييف وتهوية	إضاءة	غسيل واستحمام	طهي وأجهزة	نظافة
١ / ٤	١٠/ ٤٠	/ ٤٠	٤٠		١٠ / ٢٠	
٢ / ٥	٢٠	/ ٢٠	٥٠/٤٠	/ ١٠	٢٠ /	١٠
٣ / ٦	١٠/٢٠		٢٠	٣٠/٢٠	٣٠ / ٢٠	١٠/٢٠

يعرض الجدول رقم ١– ٢٤ الحالتين الأولي والرابعة من الحالات الستة حيث تختفي أحمال الغسيل والنظافـــة معبرة عن المنازل العادية فوق المستوي المتوسط لتواجد الأحمال الخاصة بالتكييف والتهوية بقدر كـــاف . كمـــا يقدم الجدول رقم ١ – ٢٥ الحالة الثانية حيث يعتمد فيها الحمل بشكل جوهري علـــي الإضـــاءة ويجـــدول الجدول رقم ١ – ٢٦ الحالة الثالثة .

جدول رقم ١- ٢٤ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية (الحالة الأولي والرابعة)

الحالة	الأولي				الرابعة				
الساعة	ثلاجات	إضاءة	طهي	إجمالي	ثلاجات	تكييف	إضاءة	طهي	إجمالي(%)
١٢	٢٠	٢٠	٤	٤٤	٥	٨	٢٠	٢	٣٥
١	٣٠	٨	٤	٤٢	٧،٥	٨	٨	٢	٢٥,٥
٢	٤٠	٤	٢	٤٦	١٠	٨	٤	١	٢٣
٣	٢٠	٤	٢	٢٦	٥	٨	٤	١	١٨
٤	٣٠	١٦	٢	٤٨	٧،٥	٨	١٦	١	٣٢,٥
٥	٤٠	١٦	٢٠	٧٦	١٠	٨	١٦	١٠	٤٤
٦	٢٠	١٦	٢٠	٥٦	٥	٢٨	١٦	١٠	٥٩
٧	٣٠	٤	٤	٣٨	٧،٥	٢٨	٤	٢	٤١,٥
٨	٤٠	٤	٤	٤٨	١٠	٢٨	٤	٢	٤٤
٩	٢٠	٤	٤	٢٨	٥	٢٨	٤	٢	٣٩
١٠	٣٠	٤	٤	٣٨	٧،٥	٢٨	٤	٢	٤١,٥
١١	٤٠	٣،٢	٤	٤٧,٢	١٠	٢٨	٣،٢	٢	٤٣,٢
١٢	٢٠	٢،٤	٤	٢٦,٤	٥	٢٨	٢،٤	٢	٣٧,٤
١	٣٠	٤	٤	٣٨	٧،٥	٢٨	٢	٢	٤١,٥
٢	٤٠	١و٢	٢٠	٦١,٢	١٠	٢٨	١و٢	١٠	٤٩,٢
٣	٢٠	٠و٤	٢٠	٤٠,٤	٥	٢٨	٠و٤	١٠	٤٣,٤
٤	٣٠	٠و٤	٤	٣٤,٤	٧،٥	٤٠	٠و٤	٢	٤٩,٩
٥	٤٠	١٢	٤	٥٦	١٠	٤٠	١٢	٢	٦٤
٦	٢٠	٤٠	٤	٦٤	٥	٤٠	٤٠	٢	٨٧
٧	٣٠	٤٠	٤	٧٤	٧،٥	٤٠	٤٠	٢	٨٩,٥
٨	٤٠	٤٠	٢٠	١٠٠	١٠	٤٠	٤٠	١٠	١٠٠
٩	٢٠	٤٠	٢٠	٨٠	٥	٤٠	٤٠	١٠	٩٥
١٠	٣٠	٤٠	٢٠	٩٠	٧،٥	٤٠	٤٠	١٠	٩٧,٥
١١	٤٠	٣٦	٤	٨٠	١٠	٢٤	٣٦	٢	٧٢

جدول رقم ١- ٢٥ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية (الحالة الثانية)

الساعة	ثلاجات	تكييف وتهوية	إضاءة	غسيل	نظافة	إجمالي	(%)
١٢	١٠	٤	٢٠	٢		٣٦	٤٠,٤
١	١٥	٤	٨	٢		٢٩	٣٢,٥
٢	٢٠	٤	٤	٢		٣٠	٣٣,٧
٣	١٠	٤	٤	٢		٢٠	٢٢,٤
٤	١٥	٤	١٦	١٠		٤٥	٥٠,٥
٥	٢٠	٤	١٦	١٠		٥٠	٥٦,٢
٦	١٠	١٤	١٦	١٠		٥٠	٥٦,٢
٧	١٥	١٤	٤	٥		٣٨	٤٢,٧
٨	٢٠	١٤	٤	٦		٤٤	٤٩,٤
٩	١٠	١٤	٤	٦		٣٤	٣٨,٢
١٠	١٥	١٤	٤	٦	١٠	٤٥	٥٠,٥
١١	٢٠	١٤	٣،٢	٦	١٠	٥٣,٢	٥٩,٨
١٢	١٠	١٤	٢،٤	٦	١٠	٤٢,٤	٤٧,٦
١	١٥	١٤	٤	٥	١٠	٤٨	٥٣,٩
٢	٢٠	١٤	٢و١	٤		٣٨,٢	٤٢,٩
٣	١٠	٢٠	٤و٠	٤		٢٨,٤	٣١,٩
٤	١٥	٢٠	٤و٠	٧		٤٢,٤	٤٧,٦
٥	٢٠	٢٠	١٢	٥	٤	٦١	٦٨,٥
٦	١٠	٢٠	٤٠	٤	٧	٨١	٩١
٧	١٥	٢٠	٤٠	٤	١٠	٨٩	١٠٠
٨	٢٠	٢٠	٤٠	٤		٨٤	٩٤,٤
٩	١٠	٢٠	٤٠	٤		٧٤	٨٣,١
١٠	١٥	٢٠	٤٠	٢		٧٧	٨٦,٥
١١	٢٠	١٢	٣٦	٢		٧٠	٧٨,٧

جدول رقم ١- ٢٦ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية (الحالة الثالثة)

الساعة	ثلاجات	إضاءة	غسيل	طهي وأجهزة	نظافة	إجمالي	(%)
١٢	١٠	١٠	٤	٤		٢٨	٤١,١
١	١٥	٤	٤	٤		٢٧	٣٩,٧
٢	٢٠	٢	٤	٢		٢٨	٤١,١
٣	١٠	٢	٤	٢		١٨	٢٦,٥
٤	١٥	٨	٢٠	٢		٤٥	٦٦,٢
٥	٢٠	٨	٢٠	٢٠		٦٨	١٠٠
٦	١٠	٨	٢٠	٢٠		٥٨	٨٥،٣
٧	١٥	٢	١٠	٤		٣١	٤٥,٦
٨	٢٠	٢	١٢	٤		٣٨	٥٥,٩
٩	١٠	٢	١٢	٤		٢٨	٤١,١
١٠	١٥	٢	١٢	٤	٢٠	٤٨	٧٠,٦
١١	٢٠	١و٦	١٢	٤	٢٠	٥٧,٦	٨٤,٧
١٢	١٠	١و٢	١٢	٤	٢٠	٤٧,٢	٦٩,٤
١	١٥	٢	١٠	٤	٢٠	٥١	٧٥
٢	٢٠	٠،٦	٨	٢٠		٥٤,٦	٨٠,٣
٣	١٠	٠،٢	٨	٢٠		٣٨,٢	٥٦,٢
٤	١٥	٠،٢	١٤	٤		٣٣,٢	٤٨,٨
٥	٢٠	٦	١٠	٤	٨	٤٨	٧٠,٦
٦	١٠	٢٠	٨	٤	١٤	٥٦	٨٢,٣
٧	١٥	٢٠	٨	٤	٢٠	٦٧	٩٨,٥
٨	٢٠	٢٠	٨	٢٠		٦٨	١٠٠
٩	١٠	٢٠	٨	٢٠		٥٨	٨٥,٣
١٠	١٥	٢٠	٤	٢٠		٥٩	٨٦,٦
١١	٢٠	١٨	٤	٤		٣٦	٥٢,٩

كما يأتي الجدول رقم ١-٢٧ بأحمال الحالة الخامسة والجدول ١-٢٨ بالحالة السادسة.

جدول رقم ١- ٢٧ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المولية (الحالة الخامسة)

الساعة	ثلاجات	إضاءة	طهي	نظافة	إجمالي	(%)
١٢	١٠	٢٠	٤		٣٤	٤٢,٥
١	١٥	٨	٤		٢٧	٣٣,٧
٢	٢٠	٤	٢		٢٦	٣٢,٥
٣	١٠	٤	٢		١٦	٢٠
٤	١٥	١٦	٢		٣٣	٤١,٢
٥	٢٠	١٦	٢٠		٥٦	٧٠
٦	١٠	١٦	٢٠		٤٦	٥٧,٥
٧	١٥	٤	٤		٢٣	٢٨,٧
٨	٢٠	٤	٤		٢٨	٣٥
٩	١٠	٤	٤		١٨	٢٢,٥
١٠	١٥	٤	٤	٢٠	٣٣	٤١,٢
١١	٢٠	٣،٢	٤	٢٠	٣٧,٢	٤٦,٥
١٢	١٠	٢،٤	٤	٢٠	٢٦,٤	٣٣
١	١٥	٢	٤	٢٠	٣٣	٤١,٢
٢	٢٠	١و٢	٢٠		٤١,٢	٥١,٥
٣	١٠	٠و٤	٢٠		٣٠,٤	٣٨
٤	١٥	٠و٤	٤		١٩,٤	٢٤,٢
٥	٢٠	١٢	٤	٨	٤٥	٥٦,٢
٦	١٠	٤٠	٤	١٤	٦٦	٨٢,٥
٧	١٥	٤٠	٤	٢٠	٦٩	٨٦,٢
٨	٢٠	٤٠	٢٠		٨٠	١٠٠
٩	١٠	٤٠	٢٠		٧٠	٨٧,٥
١٠	١٥	٤٠	٢٠		٧٥	٩٣,٧
١١	٢٠	٣٦	٤		٦٠	٧٥

جدول رقم ١ – ٢٨ : الأحمال القياسية داخل الأحمال المنزلية (الحالة السادسة)

الساعة	ثلاجات	إضاءة	غسيل	طهي	نظافة	إجمالي	(%)
١٢	٥	١٠	٦	٦		٢٧	٣٤,٦
١	٧،٥	٤	٦	٦		٢٣,٥	٣٠,١
٢	١٠	٢	٦	٣		٢١	٢٦,٩
٣	٥	٢	٦	٣		١٦	٢٠,٩
٤	٧،٥	٨	٣٠	٣		٤٨,٥	٦٢,٢
٥	١٠	٨	٣٠	٣٠		٧٨	١٠٠
٦	٥	٨	٣٠	٣٠		٧٣	٩٣,٦
٧	٧،٥	٢	١٥	٦		٣٠,٥	٣٩,١
٨	١٠	٢	١٨	٦		٣٦	٤٦,١
٩	٥	٢	١٨	٦		٣١	٣٩,٧
١٠	٧،٥	٢	١٨	٦	١٠	٤٣,٥	٥٥,٨
١١	١٠	١و٦	١٨	٦	١٠	٤٥,٦	٥٨,٤
١٢	٥	١و٢	١٨	٦	١٠	٤٠,٢	٥١,٥
١	٧،٥	٢	١٥	٦	١٠	٤٠,٥	٥١,٩
٢	١٠	٠،٦	١٢	٣٠		٥٨,٦	٧٥,١
٣	٥	٠،٢	١٢	٣٠		٤٧,٢	٦٠,٥
٤	٧،٥	٠،٢	٢١	٦		٣٤,٧	٤٤,٥
٥	١٠	٦	١٥	٦	٤	٤١	٥٢,٥
٦	٥	٢٠	١٢	٦	٧	٥٠	٦٤,١
٧	٧،٥	٢٠	١٢	٦	١٠	٥٥,٥	٧١,١
٨	١٠	٢٠	١٢	٣٠		٧٢	٩٢,٣
٩	٥	٢٠	١٢	٣٠		٦٧	٨٥,٩
١٠	٧،٥	٢٠	٦	٣٠		٦٣,٥	٨١,٤
١١	١٠	١٨	٦	٦		٤٠	٥١,٣

هكذا يتضح لنا الشكل العام للحمل الكهربي المنزلي مع التقدم العلمي في التكنولوجيا وتطبيقاتها من أجل رفـــع مستوي الخدمات للفرد وللأعمال المنزلية خصوصا حيث تمت كهربة كل شئ من أدوات نظافـــة إلي أجـــهزة الطهي الحديث وغيرها.

١-٥: أحمال الخدمات Service Loads

جدول رقم ١- ٢٩ : مكونات الأحمال القياسية

ساعة	مياه	كهرباء	صرف	لوسال	غاز	شارع	ورش	معرو	فنادق	مدارس	علاج
١٢	٤٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٤٠	١٠٠		٣٠	٤٠	١٠	١٠
١	٤٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٣٠	١٠٠		٢٠	٤٠	١٠	١٠
٢	٢٠	٣٠	٢٠	٥٠	٢٠	١٠٠		١٠	٤٠	١٠	١٠
٣	٢٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠	١٠٠		١٠	٥٠	١٠	١٠
٤	٢٠	٣٠	٢٠	١٠	١٠	١٠٠		١٠	٥٠	١٠	١٠
٥	١٠٠	٣٠	٢٠	١٠	٥٠			٤٠	٦٠	١٠	١٠
٦	١٠٠	٢٠	٢٠	١٠	٦٠			٥٠	٥٠	١٠	١٠
٧	١٠٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٦٠			١٠٠	٥٠	٢٠	١٠
٨	١٠٠	٤٠	١٠٠	٧٠	٥٠			١٠٠	٥٠	٣٠	٣٠
٩	٨٠	٤٠	١٠٠	٧٠	٤٠			١٠٠	١٠	١٠٠	٧٠
١٠	٧٠	٦٠	٢٠	٧٠	٤٠		٥٠	١٠٠	١٠	١٠٠	٨٠
١١	٥٠	٦٠	٢٠	٧٠	٤٠		٧٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١٢	٥٠	٦٠	٢٠	٨٠	٤٠		١٠٠	٨٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
١	٦٠	٦٠	٢٠	٩٠	٤٠		١٠٠	٧٠	١٠٠	١٠٠	٨٠
٢	٧٠	٦٠	١٠٠	٩٠	٤٠		١٠٠	٩٠	١٠	١٠٠	٨٠
٣	٨٠	٥٠	١٠٠	٩٠	١٠٠		٨٠	١٠٠	٢٠		١٠٠
٤	٨٠	٥٠	١٠٠	٩٠	١٠٠		٦٠	١٠٠	٤٠		١٠٠
٥	٧٠	٧٠	٢٠	١٠٠	١٠٠		٧٠	١٠٠	٥٠		١٠٠
٦	٦٠	١٠٠	٢٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	١٠٠	٨٠	٥٠	١٠	١٠٠
٧	٦٠	١٠٠	٢٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٣٠	١٠	٧٠
٨	٦٠	١٠٠	٢٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٣٠	١٠	٧٠
٩	٦٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٨٠	١٠٠	٨٠	١٠	٥٠
١٠	٥٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٥٠	١٠٠	٩٠	١٠	٣٠
١١	٥٠	٨٠	١٠٠	١٠٠	٥٠	١٠٠		٨٠	١٠٠	١٠	١٠

قطاع الخدمات شامل وعريض ولا يمكن أن تتواجد أحمالا كهربية دونها لأنها تتفرع وتتشابك بدءا مـــن محطــة الكهرباء سواء التحويلية أو التوزيع أو التوليدية لأنها هي على الأقل تستهلك من هذه الطاقـــة ولـــن نفـــرد صفحات مطولة لهذا الغرض بل نضعها في نقاط محددة من خلال السطور القادمة (جدول رقم ١-٢٩) .

أولا: محطات المياه

تعتمد محطات المياه وهي ما تخص سحب المياه من الترع والقنوات أو النهر وتنقيتها وتطهيرها ثم تخزينها وضخـها الي المرافق الأخرى سواء الحكومية أو الخاصة بما في ذلك المنازل ، ومن هنا نجد أن هذه الخطـــوات ككميـــات تعتمد علي الطريقة العامة لمعيشة الفرد وحاجته للمياه ومحاور استخدامه لها ولذلك نجد أن التغــير اليومـــي في مستوي استهلاك الطاقة لتشغيل هذه المحطات له من الطابع الثابت تقريبا وهو ما نراه في الجدول رقم ١-٢٩ .

جدول رقم ١- ٣٠ : النسبة المئوية لمكونات الأحمال القياسية

حالة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	غاز	شارع	ورش	معرو	فنادق	مدارس	مستشفي
١	١٠	١٠	١٠	٥	٥	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠	١٠
٢	٢٠	١٠	٢٠	٥	٥	١٠	٥	٥	٥	٥	١٠
٣	٢٠	١٠	٢٠	٥		١٠	١٠		١٠	٥	١٠
٤	٢٠	١٠	٢٠	١		٩	٥		٢٠	٥	١٠
٥	٢٠	١٠	١٠	١		١٠			٢٠	٩	٢٠
٦	٢٠	٢٠	٢٠	١		١٠				١٤	١٥

ثانيا : محطات الكهرباء

يتزايد الإقبال علي استخدام الكهرباء مما أعطي الفرصة في انتشار محطات الكهرباء بكافـــة أنواعـــها في كافـــة الأرجاء وبذلك لا نجد مكانا يخلو من هذه المحطات وهي أيضا تستهلك الطاقة بشكل منتظم يكاد يكـــون ثابتـــا ولذلك يجدول الجدول رقم ١-٢٩ الشكل العام للتغير اليومي لاستهلاك الكهرباء في هذه المحطات وهـــو مـــا يضاف الي قطاع الخدمات وإن كانت تتداخل هذه الأحمال بنسبة شبه ثابتة بين بقيـــة الأحمـــال كمـــا جـــاءت الحالات الست في الجدول رقم ١-٣٠ لتوزيع هذه الأحمال فيما بينها .

ثالثا : محطات الصرف الصحي

تمثل أحمال الصرف الصحي أحمال الطاقة الكهربائية اللازمة لشبكة الصرف الصحي وتتضخم هذه الأحمـــال في المدن الكبرى وتصل إلي ذروة الأحمال في العواصم الكبرى المزدحمة بالسكان وتتلاشى أو تنخفـــض بشـــدة في المناطق النائية غير الآهلة بالسكان وهي تأخذ أشكالا شبه ثابتة يوميا كما وردت في الجدول رقم ١-٢٩ حيـــث التغير اليومي بشكله المعتاد والمتوقع .

جدول رقم ١- ٣١ : الأحمال القياسية المئوية (الحالة الأولي)

ساعة	مياه	كهرباء	صرف	لوسال	غاز	شارع	ورش	معرو	فنادق	مدارس	علاج
١٢	٤	٣	٢	٥	٢	١٠		٣	٤	١	١
١	٤	٣	٢	٥	١،٥	١٠		٢	٤	١	١
٢	٢	٣	٢	٢،٥	١	١٠		١	٤	١	١
٣	٢	٣	٢	٠،٥	٠،٥	١٠		١	٥	١	١
٤	٢	٣	٢	٠،٥	٠،٥	١٠		١	٥	١	١
٥	١٠	٣	٢	٠،٥	٢,٥	١٠		٤	٦	١	١
٦	١٠	٢	٢	٠،٥	٢			٥	٥	١	١
٧	١٠	٢	١٠	٣،٥	٢			١٠	٥	٢	٣
٨	١٠	٤	١٠	٣،٥	٢			١٠	٥	٣	٧
٩	٨	٤	١٠	٣،٥	٢			١٠	١	١٠	٨
١٠	٧	٦	٢	٣،٥	٢		٥	١٠	١	١٠	٨
١١	٥	٦	٢	٣،٥	٢		٧	٩	١٠	١٠	٨
١٢	٥	٦	٢	٤	٢		١٠	٨	١٠	١٠	٨
١	٦	٦	٢	٤،٥	٢		١٠	٧	١٠	١٠	٨
٢	٧	٦	١٠	٤،٥	٢		١٠	٩	١	١٠	٨
٣	٨	٥	١٠	٤،٥	٥		٨	١٠	٢		١٠
٤	٨	٥	١٠	٤،٥	٥		٦	١٠	٤		١٠
٥	٧	٧	٢	٥	٥		٧	١٠	٥		١٠
٦	٦	١٠	٢	٥	٢,٥	١٠	١٠	٨	٥	١	١٠
٧	٦	١٠	٢	٥	٢,٥	١٠	١٠	١٠	٣	١	٧
٨	٦	١٠	٢	٥	٢,٥	١٠	١٠	١٠	٣	١	٧
٩	٦	١٠	١٠	٥	٥	١٠	٨	١٠	٨	١	٥
١٠	٥	١٠	١٠	٥	٥	١٠	٥	١٠	٩	١	٣
١١	٥	٨	١٠	٥	٢,٥	١٠		٨	١٠	١	١

رابعا : محطات الإرسال الإعلامي

مع التطور السريع في قطاع الإعلام تنتشر محطات الإرسال الإذاعي والتليفزيوني في كافة الأرجاء وتتواجد علـى الساحة الهندسية مما يجعل من الضرورة دخولها عند حساب الأحمال في منطقة ما مدينة أم قرية (جـدول رقـم ١-٢٩) وهو ما يثبته الجدول رقم ١-٣١ الممثل للحالة الأولي من توزيعات الأحمال شاملا محطات الإرسال .

جدول رقم ١- ٣٢ : الأحمال القياسية المئوية (الحالة الثانية)

ساعة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	غاز	شارع	ورش	معرو	فنادق	مدارس	مستشفي
١٢	٨	٣	٤	٥	٢	١٠		١,٥	٢	٠,٥	١
١	٨	٣	٤	٥	١,٥	١٠		١	٢	٠,٥	١
٢	٤	٣	٤	٢,٥	١	١٠		٠,٥	٢	٠,٥	١
٣	٤	٣	٤	٠,٥	٠,٥	١٠		٠,٥	٢,٥	٠,٥	١
٤	٤	٣	٤	٠,٥	٠,٥	١٠		٠,٥	٢,٥	٠,٥	١
٥	٢٠	٣	٤	٠,٥	٢,٥	١٠		٢	٣	٠,٥	١
٦	٢٠	٢	٤	٠,٥	٢			٢,٥	٢,٥	٠,٥	١
٧	٢٠	٢	٢٠	٣,٥	٢			٥	٢,٥	١	٣
٨	٢٠	٤	٢٠	٣,٥	٢			٥	٢,٥	١,٥	٧
٩	١٦	٤	٢٠	٣,٥	٢			٥	٠,٥	٥	٨
١٠	١٤	٦	٤	٣,٥	٢		٢,٥	٥	٠,٥	٥	٨
١١	١٠	٦	٤	٣,٥	٢		٣,٥	٤,٥	٥	٥	٨
١٢	١٠	٦	٤	٤	٢		٥	٤	٥	٥	٨
١	١٢	٦	٤	٤,٥	٢		٥	٣,٥	٥	٥	٨
٢	١٤	٦	٢٠	٤,٥	٢		٥	٤,٥	٠,٥	٥	٨
٣	١٦	٥	٢٠	٤,٥	٥		٤	٥	١		١٠
٤	١٦	٥	٢٠	٤,٥	٥		٣	٥	٢		١٠
٥	١٤	٧	٤	٥	٥		٣,٥	٥	٢,٥		١٠
٦	١٢	١٠	٤	٥	٢,٥	١٠	٥	٤	٢,٥	٠,٥	١٠
٧	١٢	١٠	٤	٥	٢,٥	١٠	٥	٥	١,٥	٠,٥	٧
٨	١٢	١٠	٤	٥	٢,٥	١٠	٥	٥	١,٥	٠,٥	٧
٩	١٢	١٠	٢٠	٥	٥	١٠	٤	٥	٤	٠,٥	٥
١٠	١٠	١٠	٢٠	٥	٥	١٠	٢,٥	٥	.٤	٠,٥	٣
١١	١٠	٨	٢٠	٥	٢,٥	١٠		٤	٥	٠,٥	١

جدول رقم ١- ٣٣ : الأحمال القياسية المئوية (الحالة الثالثة)

الساعة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	شوارع	ورش	فنادق	مدارس	مستشفى
١٢	٨	٣	٤	٥	١٠		٤	٠,٥	١
١	٨	٣	٤	٥	١٠		٤	٠,٥	١
٢	٤	٣	٤	٢,٥	١٠		٤	٠,٥	١
٣	٤	٣	٤	٠,٥	١٠		٥	٠,٥	١
٤	٤	٣	٤	٠,٥	١٠		٥	٠,٥	١
٥	٢٠	٣	٤	٠,٥	١٠		٦	٠,٥	١
٦	٢٠	٢	٤	٠,٥			٥	٠,٥	١
٧	٢٠	٢	٢٠	٣,٥			٥	١	٣
٨	٢٠	٤	٢٠	٣,٥			٥	١,٥	٧
٩	١٦	٤	٢٠	٣,٥			١	٥	٨
١٠	١٤	٦	٤	٣,٥		٥	١	٥	٨
١١	١٠	٦	٤	٣,٥		٧	١٠	٥	٨
١٢	١٠	٦	٤	٤		١٠	١٠	٥	٨
١	١٢	٦	٤	٤,٥		١٠	١٠	٥	٨
٢	١٤	٦	٢٠	٤,٥		١٠	١	٥	٨
٣	١٦	٥	٢٠	٤,٥		٨	٢		١٠
٤	١٦	٥	٢٠	٤,٥		٦	٤		١٠
٥	١٤	٧	٤	٥		٧	٥		١٠
٦	١٢	١٠	٤	٥	١٠	١٠	٥	٠,٥	١٠
٧	١٢	١٠	٤	٥	١٠	١٠	٣	٠,٥	٧
٨	١٢	١٠	٤	٥	١٠	١٠	٣	٠,٥	٧
٩	١٢	١٠	٢٠	٥	١٠	٨	٨	٠,٥	٥
١٠	١٠	١٠	٢٠	٥	١٠	٥	٩	٠,٥	٣
١١	١٠	٨	٢٠	٥	١٠		١٠	٠,٥	١

خامسا : محطات رفع الغاز الطبيعي

مع ظهور الغاز الطبيعي واكتشافه في العديد من المواقع وحيث أنه من الوقود الصديق للبيئة تقبـل الدولـة علـي تحويـل كافـة الاستخدامات نحو الغاز وقد بدأت في تنفيذ العديد من شبكا ت الغاز في كثير من المدن ودخلت في الاعتبار هذه المحطات اللازمـة لرفع ضغط الغاز ونقله وتخزينه والسهر علي وقاية الأفراد والمعدات ضد الأخطار وهو ما يحتاج إلي استهلاك بعضـا مـن الطاقـة الكهربائية وإن كانت قليلة نسبة غلي غيرها من نوعيات الاستهلاك القياسية داخل قطاع الخدمات مثل ما أعطي الجدول رقـم ١-٣٢ كحالة ثانية لتوزيع الأحمال .

جدول رقم ١ – ٣٤ : الأحمال القياسية المئوية (الحالة الرابعة)

الساعة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	شوارع	ورش	فنادق	مدارس	مستشفي
١٢	٨	٣	٤	١	٩		٨	٠,٥	١
١	٨	٣	٤	١	٩		٨	٠,٥	١
٢	٤	٣	٤	٠،٥	٩		٨	٠,٥	١
٣	٤	٣	٤	٠،١	٩		١٠	٠,٥	١
٤	٤	٣	٤	٠،١	٩		١٠	٠,٥	١
٥	٢٠	٣	٤	٠،١	٩		١٢	٠,٥	١
٦	٢٠	٢	٤	٠،١			١٠	٠,٥	١
٧	٢٠	٢	٢٠	٠،٧			١٠	١	٣
٨	٢٠	٤	٢٠	٠،٧			١٠	١,٥	٧
٩	١٦	٤	٢٠	٠،٧			٢	٥	٨
١٠	١٤	٦	٤	٠،٧		٢,٥	٢	٥	٨
١١	١٠	٦	٤	٠،٧		٣,٥	٢٠	٥	٨
١٢	١٠	٦	٤	٠،٨		٥	٢٠	٥	٨
١	١٢	٦	٤	٠،٩		٥	٢٠	٥	٨
٢	١٤	٦	٢٠	٠،٩		٥	٢	٥	٨
٣	١٦	٥	٢٠	٠,٩		٤	٤		١٠
٤	١٦	٥	٢٠	٠،٩		٣	٨		١٠
٥	١٤	٧	٤	١	٩	٣,٥	١٠		١٠
٦	١٢	١٠	٤	١	٩	٥	١٠	٠,٥	١٠
٧	١٢	١٠	٤	١	٩	٥	٦	٠,٥	٧
٨	١٢	١٠	٤	١	٩	٥	٦	٠,٥	٧
٩	١٢	١٠	٢٠	٠ ١	٩	٤	١٦	٠,٥	٥
١٠	١٠	١٠	٢٠	١	٩	٢,٥	١٨	٠,٥	٣
١١	١٠	٨	٢٠	١	٩		٢٠	٠,٥	١

سادسا : إنارة الشوارع

تعتبر إنارة الطرق العامة داخل المدن والشوارع الرئيسية والفرعية أساسا للرقي والتمدين وهو من الموضوعات التي تهتم بها الدولـــة فأحمالها الكهربائية محددة وتظهر ليلا فقط كما جاءت في الجدول رقم ١-٢٩ ، وهي أحمال ثابتة تقريبا (جدول رقم ١-٣٣)

جدول رقم ١- ٣٥ : الأحمال القياسية المكونة (الحالة الخامسة)

الساعة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	شوارع	فنادق	مدارس	مستشفى
١٢	٨	٣	٢	١	١٠	٨	٠,٩	٢
١	٨	٣	٢	١	١٠	٨	٠,٩	٢
٢	٤	٣	٢	٠،٥	١٠	٨	٠,٩	٢
٣	٤	٣	٢	٠،١	١٠	١٠	٠,٩	٢
٤	٤	٣	٢	٠،١	١٠	١٠	٠,٩	٢
٥	٢٠	٣	٢	٠،١	١٠	١٢	٠,٩	٢
٦	٢٠	٢	٢	٠،١		١٠	٠,٩	٦
٧	٢٠	٢	١٠	٠،٧		١٠	١,٨	١٤
٨	٢٠	٤	١٠	٠،٧		١٠	٢,٧	١٦
٩	١٦	٤	١٠	٠،٧		٢	٩	١٦
١٠	١٤	٦	٢	٠،٧		٢	٩	١٦
١١	١٠	٦	٢	٠،٧		٢٠	٩	١٦
١٢	١٠	٦	٢	٠،٨		٢٠	٩	١٦
١	١٢	٦	٢	٠،٩		٢٠	٩	١٦
٢	١٤	٦	١٠	٠،٩		٢	٩	١٦
٣	١٦	٥	١٠	٠،٩		٤		٢٠
٤	١٦	٥	١٠	٠،٩		٨		٢٠
٥	١٤	٧	٢	١		١٠		٢٠
٦	١٢	١٠	٢	١	١٠	١٠	٠,٩	٢٠
٧	١٢	١٠	٢	١	١٠	٦	٠,٩	١٤
٨	١٢	١٠	٢	١	١٠	٦	٠,٩	١٤
٩	١٢	١٠	١٠	١	١٠	١٦	٠,٩	١٠
١٠	١٠	١٠	١٠	١	١٠	١٨	٠,٩	٦
١١	١٠	٨	١٠	١	١٠	٢٠	٠,٩	٢

سابعا: الورش والإصلاح

تظهر أماكن الإصلاح والصيانة في المدن الكبرى وإن كانت بمستوي ضعيف استهلاكيا للطاقة الكهربائية وهي ذات طابع الاعمال الخاصة والتي تبدأ متأخرة عن اليوم المعتاد حيث تبدأ الأعمال في حدود الساعة العاشرة ليلا وتنتهي مساءا (جدول رقم ١-٢٩) ، ويقدم الجدول رقم ١-٣٤ الحالة الرابعة حيث تكون الأحمال قليلة.

جدول رقم ١- ٣٦ : الأحمال القياسية المئوية (الحالة السادسة)

الساعة	مياه	كهرباء	صرف	إرسال	شوارع	مدارس	مستشفي
١٢	٨	٦	٤	١	١٠	١,٤	١,٥
١	٨	٦	٤	١	١٠	١,٤	١,٥
٢	٤	٦	٤	٠،٥	١٠	١,٤	١,٥
٣	٤	٦	٤	٠،١	١٠	١,٤	١,٥
٤	٤	٦	٤	٠،١	١٠	١,٤	١,٥
٥	٢٠	٦	٤	٠،١	١٠	١,٤	١,٥
٦	٢٠	٤	٤	٠،١		١,٤	١,٥
٧	٢٠	٤	٢٠	٠،٧		٢,٨	٤,٥
٨	٢٠	٨	٢٠	٠،٧		٤,٢	١٠,٥
٩	١٦	٨	٢٠	٠،٧		١٤	١٢
١٠	١٤	١٢	٤	٠،٧		١٤	١٢
١١	١٠	١٢	٤	٠،٧		١٤	١٢
١٢	١٠	١٢	٤	٠،٨		١٤	١٢
١	١٢	١٢	٤	٠،٩		١٤	١٢
٢	١٤	١٢	٢٠	٠,٩		١٤	١٢
٣	١٦	١٠	٢٠	٠،٩			١٥
٤	١٦	١٠	٢٠	٠،٩			١٥
٥	١٤	١٤	٤	١			١٥
٦	١٢	٢٠	٤	١	١٠	١,٤	١٥
٧	١٢	٢٠	٤	١	١٠	١,٤	١٠,٥
٨	١٢	٢٠	٤	١	١٠	١,٤	١٠,٥
٩	١٢	٢٠	٢٠	١	١٠	١,٤	٧,٥
١٠	١٠	٢٠	٢٠	١	١٠	١,٤	٤,٥
١١	١٠	١٦	٢٠	١	١٠	١,٤	١,٥

ثامنا : مترو الأنفاق والسكك الحديدية (الجدول رقم ١-٢٩)

ظهرت بالقاهرة الكبرى الأنفاق الكبرى تحت الأرضية ومترو الأنفاق إضافة إلي مترو حلوان الذي يعتمد علــي الكهرباء مما جعل لها من الأحمال ما يجب أن يدخل في الحسبان عند القيام بتصميم أو تخطيط لأعمال الكـــهرباء في هذه المدن ، وهذه الأحمال تختفي في المدن العادية والقرى كما في الجدول رقم ١-٣٥ (الحالة الخامسة) .

جدول رقم ١- ٤١ : الأحمال الإجمالية القياسية

ساعة	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة
١٢	٣٥	٣٧	٣٥,٥	٣٤,٥	٣٤,٩	٣١,٩
١	٣٣,٥	٣٦	٣٥,٥	٣٤,٥	٣٤,٩	٣١,٩
٢	٢٧,٥	٢٨,٥	٢٩	٣٠	٣٠,٤	٢٧,٤
٣	٢٦	٦,٥	٢٨	٣١,٦	٣٢	٢٧
٤	٢٦	٢٦,٥	٢٨	٣١,٦	٣٢	٢٧
٥	٤٠	٤٦,٥	٤٥	٤٩,٦	٥٠	٤٣
٦	٢٩,٥	٤٦	٤٣	٣٧,٦	٤١	٤٧
٧	٤٨,٥	٦٠	٥٤,٥	٥٦,٧	٥٨,٥	٥٢
٨	٥٥	٦٦	٦١	٦٣,٢	٦٣,٤	٦٣,٤
٩	٥٥,٥	٦٤	٥٧,٥	٥٥,٧	٥٧,٧	٧٠,٧
١٠	٥٤,٥	٥٠,٥	٤٦,٥	٤٢,٢	٤٩,٧	٥٦,٧
١١	٦٢,٥	٥١,٥	٥٣,٥	٥٧,٢	٦٣,٧	٥٢,٧
١٢	٦٥	٥٣	٥٧	٥٨,٨	٦٣,٨	٥٢,٨
١	٦٥,٥	٥٥	٥٩,٥	٦٠,٩	٦٥,٩	٥٤,٩
٢	٦٦,٥	٦٩,٥	٦٨,٥	٦٠,٩	٥٧,٩	٧٢,٩
٣	٦٢,٥	٧٠,٥	٦٥,٥	٥٩,٩	٥٥,٩	٦١,٩
٤	٦٢,٥	٧٠,٥	٦٥,٥	٦٢,٩	٥٩,٩	٦١,٩
٥	٥٨	٦٦	٦٢	٥٨,٥	٦٤	٥٨
٦	٦٩,٥	٦٥,٥	٦٦,٥	٦١,٥	٦٥,٩	٦٣,٤
٧	٦٦،٥	٦٢,٥	٦١,٥	٥٤,٥	٥٥,٩	٥٨,٩
٨	٦٦,٥	٦٢,٥	٦١,٥	٥٤,٥	٥٥,٩	٥٨,٩
٩	٧٨	٨٠,٥	٧٨,٥	٧٧,٥	٦٨,٩	٧١,٩
١٠	٧٣	٧٥,٥	٧٢,٥	٧٤	٦٤,٩	٦٦,٩
١١	٦٠,٥	٦٦	٦٤,٥	٦٩,٥	٦٠,٩	٥٩,٩

تاسعا: أحمال فندقية

تنتهج الدولة أسلوبا فريدا لزيادة الدخل القومي من خلال انتعاش المستوي السياحي ورفع كفاءة الخدمات لهـذا القطاع فنجد الفنادق الراقية (جدول رقم ١-٢٩)حيث تظهر بالمناطق السياحية أو المدن الساحلية والعواصـم ويقدم الجدول رقم ١-٣٦ الحالة السادسة عندما تختفي أحمال الفنادق كما في القرى والمدن البعيدة .

جدول رقم ١- ٣٨ : الأحمال القياسية المئوية

ساعة	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة
١٢	٤٤,٨	٤٥,٩	٤٥,٢	٤٤,٥	٥٠,٦	٤٣,٨
١	٤٢,٩	٤٤,٧	٤٥,٢	٤٤,٥	٥٠,٦	٤٣,٨
٢	٣٥,٣	٣٥,٤	٣٦,٩	٣٨,٧	٤٤,١	٣٧,٦
٣	٣٣,٣	٣٢,٩	٣٥,٦	٧٠,٧	٤٦,٤	٣٧
٤	٣٣,٢	٣٢,٩	٣٥,٦	٧٠,٧	٤٦,٤	٣٧
٥	٥١,٣	٥٧,٧	٥٧,٣	٦٤	٧٢,٥	٥٩
٦	٣٧,٨	٥٧,١	٥٤,٧	٤٨,٥	٥٩,٥	٦٤,٤
٧	٦٢,١	٧٤,٥	٦٩,٤	٧٣,١	٨٤,٩	٧١,٣
٨	٧٠,٥	٨١,٩	٧٧,٧	٨١,٥	٩٢	٨٧
٩	٧١,١	٧٩,٥	٧٣,٢	٧١,٨	٨٣,٧	٩٧
١٠	٦٩,٩	٦٢,٧	٥٩,٢	٥٤,٤	٧٢,١	٧٧,٧
١١	٨٠,١	٦٣,٩	٦٨,١	٧٣,٨	٩٢,٤	٧٢,٣
١٢	٨٣,٣	٦٥,٨	٧٢,٦	٧٥,٨	٩٢,٦	٧٢,٤
١	٨٣,٩	٦٨,٣	٧٥,٨	٧٨,٦	٩٥,٦	٧٥,٣
٢	٨٥,٢	٨٦,٣	٨٧,٢	٧٨,٦	٨٤	١٠٠
٣	٨٠,١	٨٧,٦	٨٣,٤	٧٧,٣	٨١,١	٨٤,٩
٤	٨٠,١	٨٧,٦	٨٣,٤	٨١,١	٨٦,٩	٨٤,٩
٥	٧٤,٤	٨١,٩	٧٨,٩	٧٧,٥	٩٢,٨	٧٩,٦
٦	٨٩,١	٨١,٣	٨٤,٧	٧٩,٣	٩٥,٦	٨٧
٧	٨٥,٣	٧٧,٦	٧٨,٣	٧٠,٣	٨١,١	٨٠,٨
٨	٨٥,٣	٧٧,٦	٧٨,٣	٧٠,٣	٨١,١	٨٠,٨
٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٨,٦
١٠	٩٣,٦	٩٣,٨	٩٢,٤	٩٥,٥	٩٤,٢	٩١,٨
١١	٧٧,٦	٨١,٩	٨٢,١	٨٩,٧	٨٨,٤	٨٢,٢

عاشرا : أحمال مدرسية ومستشفيات

تشمل أيضا أحمال الخدمات كلا من الأحمال الخاصة بالتعليم والعلاج وهي ما تقوم به الدولة لرعاية أبنائـــها ولا يجب أن ننسي مجهودات الدولة في بناء المدارس والمستشفيات علي أحدث النظم العالمية ونري الأحمال الكهربيـة لكلا الفرعين في الجدول رقم ١-٢٩ حيث نكتفي بهذه النوعيات داخل قطاع الخدمات بالرغم من أنه يتضمن العديد من الخدمات الأخرى .كما أنه من النتائج السابقة نستطيع الحصول علـــي إجمـــالي الأحمـــال القياســـية للحالات الست كما جاءت في الجدول رقم ١-٣٧ وتظهر فيها القيم الإجمالية لمنحني الأحمال بينمـــا نفـــس القراءات معدلة بالنسبة المئوية جاءت في الجدول رقم ١-٣٨ حتي نستطيع المقارنة بين الحالات المختلفة وهـــو ما سوف يتم دراسته في الفصلين القادمين.

١-٦: الأحمال الإدارية Administrative Loads

جدول رقم ١- ٣٩ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الإدارية

الساعة	أبنية حكومية	أعمال إدارية	شبكات معلومات
١٢	٣٠	١٠	١٠
٢	٣٠	١٠	١٠
٤	٣٠	١٠	١٠
٦	٣٠	١٠	١٠
٧	٣٠	٥٠	١٠
٨	١٠٠	١٠٠	٧٠
٩	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١١	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١٢	١٠٠	١٠٠	١٠٠
١	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٣	٢٠	٥٠	١٠٠
٤	٢٠	٤٠	٢٠
٥	٢٠	٤٠	٢٠
٦	٢٠	٤٠	٢٠
٧	٣٠	٤٠	٢٠
٨	٣٠	٤٠	٢٠
٩	٣٠	٤٠	٢٠
١٠	٣٠	٤٠	٢٠
١١	٣٠	٤٠	١٠

نظرا لما تم من ميكنة وآلية في العمل الإداري أصبح هذا النوع من العمل يعتمد إلي حد كبير علـــي الأجـهزة الكهربائية مثل الكمبيوتر والكاتبات العربية والإنجليزية إضافة إلي وضع المراجعات واتخاذ القرار والتعامل بـــين المكاتب من خلال الشبكات المعلوماتية مما أدي إلي الاعتماد الكلي أحيانا علي الأجهزة والأدوات الكهربائيـــة وبذلك تغير شكل الأعمال الكهربائية وزادت في تأثرها ووصلت الي تلك المتغيرات (الجدول رقم ١-٣٩) .
كما نجد التنوع في أشكال الأعمال الإدارية والتي تأخذ المجالات التالية:

أولا : الأبنية الحكومية

تمثل الأبنية الحكومية الموقع الهام داخل الإطار الكهربائي استخداما فمنها الأبنية الضخمة مثل مجمع التحريـــر في القاهرة أو مواقع الأحياء أو المحافظات والمديريات المتنوعة وكلها تأخذ الشكل المحدد بينما تتواجد هذه الأعمـــال بدرجات متفاوتة من مكان لآخر كما تراها في الحالات الست الواردة في الجدول رقم ١-٤٠ والذي يظهر فيـه التواجد المستمر لكافة الأنواع في كل الحالات .

جدول رقم ١- ٤٠ : النسبة المئوية لمكونات الأعمال القياسية داخل الأعمال الإدارية

الحالة	أبنية حكومية	أعمال إدارية .	شبكات معلومات
١	٥٠	٣٠	٢٠
٢	٧٠	٢٥	٥
٣	٩٠	٥	٥
٤	٨٠	١٥	٥
٥	٧٠	٢٠	١٠
٦	٧٠	١٠	٢٠

ثانيا : الأعمال الإدارية

تدخل في الاعتبار كل الاستخدامات الكهربائية لأداء العمل المنوط وهو ما نعتبره جوهريا في العمل ويشمل تلك الأعمال وقد ترتفع هذه القراءات مع التطور القادم في العالم

ثالثا: شبكات المعلومات

ظهرت شبكات ا لمعلومات وما يشملها من نظام البريد الإلكتروني والإنترنت وما قد يظهر منها مستقبلا كأحدث وأفضل وكل ذلك ساعد علي زيادة الأعمال الكهربية باستخدام شبكات المعلومات .

مما سبق وبتكرار الأسلوب السابق نصل الي القراءات الواردة في الجدول رقم ١-٤١ للحالتين الأولي والثانية بينما نجد الحالتين الثالثة والرابعة في الجدول رقم ١-٤٢ ثم الحالتين الأخيرتين في الجدول رقم ١- ٤٣ .

جدول رقم ١- ٤١ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الإدارية (الحالة الأول والثانية)

الحالة	الأولي				الثانية			
الساعة	أبنية	أعمال	معلومات	إجمالي	أبنية	أعمال	معلومات	إجمالي
١٢	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
١	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٢	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٣	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٤	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٥	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٦	١٥	٣	٢	٢٠	٢١	٢,٥	٠,٥	٢٤
٧	١٥	١٥	٢	٣٢	٢١	١٢,٥	٠,٥	٣٤
٨	٥٠	٣٠	١٤	٩٤	٧٠	٢٥	٣,٥	٩٨,٥
٩	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
١٠	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
١١	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
١٢	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
١	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
٢	٥٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٧٠	٢٥	٥	١٠٠
٣	١٠	١٥	٢٠	٤٥	١٤	١٢,٥	٥	٣١,٥
٤	١٠	١٢	٤	٢٦	١٤	١٠	١	٢٥
٥	١٠	١٢	٤	٢٦	١٤	١٠	١	٢٥
٦	١٠	١٢	٤	٢٦	١٤	١٠	١	٢٥
٧	١٥	١٢	٤	٣١	٢١	١٠	١	٣٢
٨	١٥	١٢	٤	٣١	٢١	١٠	١	٣٢
٩	١٥	١٢	٤	٣١	٢١	١٠	١	٣٢
١٠	١٥	١٢	٤	٣١	٢١	١٠	١	٣٢
١١	١٥	١٢	٢	٢٩	٢١	١٠	٠,٥	٣١,٥

جدول رقم ١- ٤٢ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الإدارية (الحالة الثالثة والرابعة)

الحالة	الثالثة				الرابعة			
الساعة	أبنية	أعمال	معلومات	إجمالي	أبنية	أعمال	معلومات	إجمالي
١٢	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
١	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
٢	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
٣	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
٤	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
٥	٢٧	٠,٥	٠,٥	٢٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٣٦
٦	٢٧	٠,٥	٠,٥	٣٨	٢٤	١,٥	٠,٥	٢٦
٧	٢٧	٢,٥	٠,٥	٣٠	٢٤	٧,٥	٠,٥	٣٢
٨	٩٠	٥	٣,٥	٩٨,٥	٨٠	١٥	٣,٥	٩٨,٥
٩	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
١٠	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
١١	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
١٢	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
١	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
٢	٩٠	٥	٥	١٠٠	٨٠	١٥	٥	١٠٠
٣	١٨	٢,٥	٥	٢٥,٥	١٦	٧,٥	٥	٢٨,٥
٤	١٨	٢	١	٢١	١٦	٦	١	٢٣
٥	١٨	٢	١	٢١	١٦	٦	١	٢٣
٦	١٨	٢	١	٢١	١٦	٦	١	٢٣
٧	٢٧	٢	١	٣٠	٢٤	٦	١	٣١
٨	٢٧	٢	١	٣٠	٢٤	٦	١	٣١
٩	٢٧	٢	١	٣٠	٢٤	٦	١	٣١
١٠	٢٧	٢	١	٣٠	٢٤	٦	١	٣١
١١	٢٧	٢	٠,٥	٢٩,٥	٢٤	٦	٠,٥	٣٠,٥

جدول رقم ١- ٤٣ : الأحمال القياسية داخل الأحمال الإدارية (الحالة الخامسة والسادسة)

الحالة	الخامسة				السادسة			
الساعة	أبنية حكومية	أعمال إدارية	معلومات	إجمالي	أبنية حكومية	أعمال	معلومات	إجمالي
١٢	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
١	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٢	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٣	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٤	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٥	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٦	٢١	٢	١	٢٤	٢١	١	٢	٢٤
٧	٢١	١٠	١	٣٢	٢١	٥	٢	٢٨
٨	٧٠	٢٠	٧	٩٧	٧٠	١٠	١٤	٩٤
٩	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
١٠	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
١١	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
١٢	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
١	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
٢	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٧٠	١٠	٢٠	١٠٠
٣	١٤	١٠	١٠	٣٤	١٤	٥	٢٠	٣٩
٤	١٤	٨	٢	٢٤	١٤	٤	٤	٢٢
٥	١٤	٨	٢	٢٤	١٤	٤	٤	٢٢
٦	١٤	٨	٢	٢٤	١٤	٤	٤	٢٢
٧	٢١	٨	٢	٣١	٢١	٤	٤	٢٩
٨	٢١	٨	٢	٣١	٢١	٤	٤	٢٩
٩	٢١	٨	٢	٣١	٢١	٤	٤	٢٩
١٠	٢١	٨	٢	٣١	٢١	٤	٤	٢٩
١١	٢١	٨	١	٣٠	٢١	٤	٢	٢٧

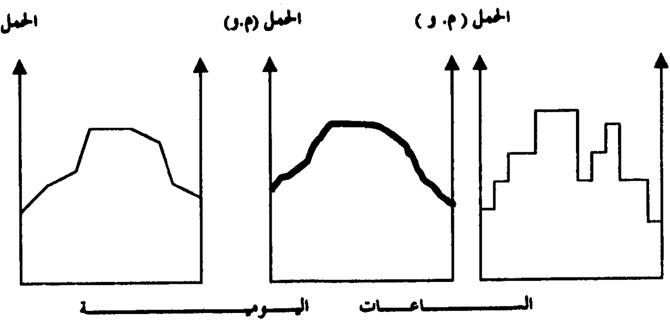
وجدير بالذكر أننا سوف نتطرق لحساب الطاقة من قراءات الأحمال للقدرة وهي ما تعني المساحة تحت منحنى الأحمال وحتى تكون الدقة في الحسابات واضحة الرؤية ففي الشكل رقم ١-١ (أ) نري أن المنحنى يتكون من مجموعة من الخطوط الأفقية والرأسية مما يعطي لنا الدقة الكاملة في الحساب لأن الأشكال سوف تصبح كلها مستطيلة وبالتالي تكون الدقة تامة أما الشكل رقم ١-١ (ب) فنجد الشكل الحقيقي لمنحنى الأحمال وهو المنحنى لا الخط المستقيم وهنا وجب التقريب وتقريب كل منحنى بين نقطتين قراءة إلي خط مستقيم كما هو مبين في الشكل ١-١ (ج) ففي الحالة الأولي تكون الطاقة هي:

الطاقة الكلية = القدرة عند كل قراءة x فترة القراءة (١-١)

أما في الحالة الثالثة فتتحول المنحنيات بين القراءات إلي خطوط مستقيمة مما يجعلها شبه منحرف الشكل والذي يتم في فترات زمنية ساعة كاملة فتكون ٢٤ قراءة ويمكن حسابه بدقة بالمعادلة

$$\text{Energy} = \sum_{i=1}^{24} \{ (P_i + P_{(i+1)}) / 2 \} \times 1\,H \qquad (1\text{-}2)$$

وبالتالي فإنها تتساوى تماما مع المعادلة ١-١ ويكون التقريب فقط في تحويل المنحنى إلي خط مستقيم .



(ج)　　(ب)　　(أ)

الشكل رقم ١-١ : حساب الطاقة من منحنيات الأحمال

الفصل الثاني

الأحمال الكلية

كلمة الأحمال تعبر عن الكميات الكهربية اللازمة للمستهلك أو هي في الحقيقة تلك الكميات التي يحصل عليها المستهلك من الشبكة الكهربية وهي الطاقة التي يحتاجها الفرد وتتجمع هذه الأحمال معا في صورة مباشرة والتي ترسم دائما في شكل منحني متغير الطابع ويعرف باسم منحني الأحمال وهذه الأحمال يمكن ردها في حقيقة الأمر إلي تلك الأحمال القياسية التي وردت في الفصل الأول وهي بذلك تظهر المنطق العكسي للمفهوم وهو الغرض من الفصل الحالي والذي يوضح العلاقة بين منحني الأحمال وتلك الأحمال القياسية التي سبق التعامل معها ، وهذا هو ما يتطلب منا المزيد من الدراسة والتوضيح لمعنى الأحمال القياسية بشكل عام وحتى نصل إلي المفهوم التصميمي والتخطيطي لأهمية الأحمال الكهربائية والتي سوف نستفيض في دراستها في الفصول القادمة وهو ما نود وضعه في صورة مرجعية غير مسبوقة وباللغة العربية لصلحة المهندس المصري والعربي ، هذا لفصل في الفقرات التالية النقاط الرئيسية لبحث المفهوم العام للأحمال الكهربائية .

٢-١ : البيانات الأساسية للأحمال القياسية

الأحمال القياسية السابقة في الفصل الأول تدخل بدون أدنى شك في جميع الأحمال الكهربية بصرف النظر عن النسب الداخلية بين مكونات كل منها علي حدة فمثلا الأحمال الصناعية تشمل صناعات عامة وأخري خاصة وتزيد قيمتها أو كمياتها المستهلكة في موقع صناعي الطابع مثل حلوان والتبين بجنوب القاهرة وبشكل ملحوظ عن غيرها من المناطق مثل مدينة الصالحية ، وعلي العكس ترتفع نسبة الصناعات الخفيفة والنظم للالية الوردية في مدينتي العاشر من رمضان والسادس من أكتوبر نسبة إلي مدينة أسوان مثلا وهكذا نري أن الأحمال القياسية تتباين من منطقة إلي أخري .

لا يتوقف الأمر عند هذا الحد بل يمتد ليكون زمنيا من حيث الطابع فمثلا الأحمال الصناعية في مدينة العاشر من رمضان تختلف اليوم عن بداية نشأتها ولنفس الأحمال القياسية وليس علي المدى القصير كما يمتد هذا بل أيضا علي العهود الزمنية الطويلة فمثلا الأحمال الصناعية القياسية في جنوب مصر منذ بداية الثورة المصرية عن اليوم وسوف تتغير عن المستقبل بعد عقود تالية .

من هذا المنطلق نجد أن الأحمال الكلية تمثل مجموع الأحمال القياسية في مكان ما فيدخل فيها كل الأحمال القياسية معا وجدير بالذكر أن هذه الأحمال لا تتوزع بالتساوي في ما بينها بل يدخل كل نوع بقدر تواجده في الأحمال الكلية ولذلك نجد الجدول رقم ٢-١ يقدم بيانات أساسية عن كل نوعية من مكونات الأحمال القياسية

التي ذكرت في الفصل الأول حيث يعتمد الحساب هنا علي النظام المئوي فحيث تصل القيمة القصوى إلي المائة فيقدم الجدول قيمة الطاقة الكلية اليومية المستهلكة لكل من الأحمال القياسية أي علي مدار ٢٤ ساعة) فنجد أحمال القطاع الصناعي موزعة علي مكوناتها العنصرية وكذلك الزراعية والمنزلية غير أنه لا بد من توضيح أن هذه الأحمال متغيرة الطابع مع كل تقدم علمي وتكنولوجي كما نلمسه في حياتنا المعاصرة .

يمثل هذا الجدول البيانات الأساسية عن كل من هذه الأحمال وهي التي يمكن رسمها في شكل بياني محوره الأفقي الزمن بينما الرأسي يمثل القدرة المستهلكة ويسمى هذا الشكل بمنحنى الأحمال وهو ما يعتمد عليه هذا الكتاب في كل القراءات والتحليل البحثي لها في الفصول التالية .

جدول رقم ٢-١: مكونات الأحمال القياسية

نوعية الحمل	طاقة كلية	نوعية الحمل	طاقة كلية	أحمال خدمات	طاقة كلية
الصناعية		الزراعية		مياه	١٤٣٠
خفيفة	١٠٦٠	تقليدية	١٠٩٠	كهرباء	١٤٧٠
كيميائية	٢١٤٠	حديثة	١٣٩٠	صرف	١٢٠٠
٣ وردية	١٩٢٠	صوب	١١٥٠	إرسال	١٧٨٠
٢ وردية	١٨٤٠	بساتين	١٤٦٠	غاز	١١٧٠
ثقيلة	٢٠٠٠	إصلاح أرض	١٠٩٠	شوارع	١٢٠٠
غذائية	١٩٤٠	التجارية		ورش	١٠٦٠
القطاع الإداري		محال صغيرة	٧٥٠	مترو	١٧٦٠
أبنية	١١٧٠	محال ضخمة	١٠١٠	فنادق	١٢٥٠
أعمال إدارية	١١٩٠	أسواق	١٢٠٠	فنادق	٧٨٠
شبكة معلومات	١٠٠٠	مناطق تجارية	١١٨٠	مستشفي	١٢١٠

وعلينا تذكر مكونات الأحمال المنزلية بقيمتها الإجمالية كما وردت في الجدول رقم ٢-٢ وهو مكمل لتلك القراءات التي وردت في الجدول رقم ٢-١ حيث تهتم بإجمالي الطاقة المستهلكة .

جدول رقم ٢-٢: الأحمال المنزلية

نوعية الحمل	ثلاجات	تكييف	إضاءة	غسيل	طهي	نظافة
طاقة كلية	١٨٠٠	١٥٤٠	٨٩٤	١١٨٠	١٠١٠	٦١٠

بعد هذا العرض المبسط عن إجمالي الأحمال المكونة لأجزاء الأحمال القياسية الكهربائية يأتي الدور علي كل من الأحمال القياسية في كل حالة من الحالات الستة التي تمت دراستها سابقا تبعا لما تعتمد علية من نسبة تداخل في الأحمال المكونة لها ففي جدول رقم ٢-٣ نعرض الطاقة الإجمالية لهذه الحالات شاملة كل الأحمال القياسية

جدول رقم ٢-٣: الطاقة الإجمالية للأحمال النوعية بالنسبة المئوية

الحمل	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
صناعية	١٤١٥,٤	١٧٨١	١٧٩١,٩	١٩٢١	١٨٨٠.١	١٧٤٧,٦
زراعية	١٢٥٦	١٢٩٨,٥	١٣٠٩	١٣٣٩	١١٩٦	١٢٢٣
تجارية	٩٩٦	٩٩٢	٨٦٩	٨٩٩	٩٨٣	٩١٨
منزلية	١٢٨١,٦	١٣٥٨،٦	١٦٠٣,٧	١٢٧٧,٦	١٢٤٠,٣	١٣٨٩,١
خدمات	١٦٥٠,٢	١٦٥٨,٨	١٦٥٥,٢	١٧١٠,٢	١٨٢٢,٢	١٧٤٦,٢
إدارية	١١٤٢	١١٦٦,٥	١١٦٢,٥	١١٦٤,٥	١١٤٧	١١٣٨

حيث يبين لنا أكبر طاقات في الأحمال الصناعية بينما الأدنى من نصيب التجارية بشكل عام وبالرغم من تباين هذه الحالات وما قد يطرأ عليها تبعا للأحمال والمكان والأفراد فنجد هذه الأحمال والتي بدورها تدخل في تشكيل الأحمال القياسية الكلية.

٢-٢: الأحمال الكلية القياسية

نظرا لأن الأحمال الكلية القياسية تعبر عن الأحمال الحقيقية التي تظهر في الواقع العملي فمن الأهمية التوجه إليها واختيار عددا من الأشكال فقد تم في الجدول رقم ٢-٤ اختيار أربعة أشكال من الحالات الست السابقة وذلك م الحالات التي تخص الأحمال القياسية الأساسية كي نقوم بدراستها من الناحية العددية وبالتالي التحليلية وهذا لا يعني بالضرورة أن هذه الأشكال الأربعة الوحيدة بل يمتد العمل بكل الاحتمالات وذلك مثالا لأي احتمال آخر .

جدول رقم ٢-٤ : اختيار الحالات السابقة لنوعية الأحمال القياسية

الشكل	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الأحمال الصناعية	الحالة الأولي	الحالة الأولي	الحالة الأولي	الحالة الأولي
الأحمال الزراعية	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة
الأحمال التجارية	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة السادسة
الأحمال المنزلية	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الخامسة	الحالة الخامسة
أحمال الخدمات	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة السادسة	الحالة الثانية
الأحمال الإدارية	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الثالثة

نري من الجدول السابق أننا نحاول توسيع دائرة التباين ففي الشكل الأول تم اختيار الحالة الأولي في كل الأحمال بلا استثناء بينما في الشكل الثاني اتجهنا إلي الحالة الثانية ما عدا الأحمال الصناعية والتي استمرت كما هي في الحالة الأولي وهو ما تأكد لكل الأحمال الصناعية بأن تكون من الحالة الأولي بينما تم التناثر العشوائي لبقية الأحمال في الأشكال الأخرى الثلاث معلنة اتساعا في احتمالات التوزيع بين الأحمال . ويمكننا تكرار هذا الحساب لكل الاحتمالات المتاحة أو تلك المتوقعة لخدمة أعمال التخطيط المستقبلي في مجال إنشاء الشبكات الكهربائية أو بغرض بناء المدن الجديدة أو لإقامة المناطق الجديدة في الصحراء التالية .

ولا يغيب عنا أن هذه الحالات المختلفة تتحول إلي أعداد غير أنها تتداخل بنسب متفاوتة فيما بينها ولذلك يقدم الجدول رقم ٢-٥ النسب المئوية المكونة لكل من هذه الحالات في كل شكل من الأربعة المحددة والتي سوف تخضع للدراسة والتحليل في الصفحات القادمة من هذا الفصل وحتى تصبح الرؤية جلية للمهندس المهتم بموضوع الأحمال . نود إضافة المزيد هنا للشرح بأن الأصل في شكل الأحمال النهائية إنما يأتي من تداخل الأحمال القياسية معا داخل بوتقة الأحمال الكلية فنصل من هنا إلي الشكل العام للحمل بدون أخذ القراءات الواقعية ولكنها سوف تكون متقاربة مع الواقع كما سنري في الفصول التالية .

جدول رقم ٢-٥ : النسبة المئوية لتوزيع الأحمال بالأحمال الكلية القياسية المئوية

الشكل	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الأحمال الصناعية	٥٠	٢٠	١٠	١٠
الأحمال الزراعية	١٠	٥٠		١٠
الأحمال التجارية	١٠	١٠	٥٠	٢٠
الأحمال المترلية	١٠	١٠	١٠	٤٠
أحمال الخدمات	١٠	١٠	١٠	١٠
الأحمال الإدارية	١٠		١٠	١٠

استكمالا لهذا الجدول نجدول نتائج الشكل الأول في الجدول رقم ٢-٦ كمكونات مئوية ويظهر في هذه النتائج أن القيمة القصوى لم تصل ١٠٠ % ولذلك تم تعديل القراءات إلي القيمة المئوية في العامود الأخير من الجدول تسهيلا لأعمال المقارنة والدراسة في الفصول القادمة . كما نشير إلي التركيز الكامل للأحمال علي النوع الصناعي حيث أنها تمثل ٥٠ % من إجمالي الأحمال الكلية وتتوزع بقية الأنواع بالتساوي كما دونت في الجدول رقم ٢-٥ وذلك من أجل دراسة تأثير الحمل الصناعي علي الشكل العام للمنحنى وحتى نستطيع مقارنته مع الأشكال الثلاثة التالية وصولا إلي خلاصة واضحة ومنها نضع التوصيات اللازمة للتصميم في الشبكات أو التخطيط المستقبلي بصورة عامة

جدول رقم ٢-٦ : الشكل الأول للأحمال الكلية القياسية

ساعة	صناعية	زراعية	تجارية	مولية	خدمات	إدارية	إجمالي	(%)
١٢	٢٩,٢	١,٢	٢,٧	٤.٤	٤,٣٨	٢	٤٣,٩٨	٥١,٨٣
١	٢٩,٢	١,٢	٠,٩٠	٤,٢	٤,٢٩	٢	٤١,٧٩	٤٩,٢٥
٢	٢٩,٢	١,٢	٠,٩	٤,٦	٣.٥٣	٢	٤١,٤٣	٤٨,٨٣
٣	٢٩,٢	٢,٨	٠,٩	٢,٦	٣,٣٣	٢	٤٠,٨٣	٤٨,١٢
٤	٢٩,٤	٥	٠,٩	٤,٨	٣,٣٢	٢	٤٥,٤٢	٥٣.٥٣
٥	٢٩,٤	٨	٠,٩	٧,٦	٥,١٣	٢	٥٣,٠٣	٦٢,٥
٦	٢٩,٤	١٠	٠,٩	٥,٦	٣,٧٨	٢	٥١,٦٨	٦٠,٩١
٧	٢٩,٧	١٠	١.١	٣,٨	٦,٢١	٣,٢	٥٤,٠١	٦٣,٦٦
٨	٤٨,٧٥	١٠	١,٦	٤,٨	٧,٠٥	٩,٤	٨١,٦	٩٦,١٨
٩	٤٨,٧٥	١٠	١,٦	٢,٨	٧,١١	١٠	٨٠,٢٦	٩٤,٦
١٠	٤٨,٧٥	٩,٤	٢.٢	٣,٨	٦,٩٩	١٠	٨١,١٤	٩٥,٦٣
١١	٤٩,٧٥	٨	٢,٦	٤,٧٢	٨,٠١	١٠	٨٢,٠٨	٩٦,٧٤
١٢	٤٩,٦	٥,٤	٣,١	٢,٦٤	٨,٣٣	١٠	٧٩.٢٢	٩٣,٣٧
١	٤٩,٦	٥	٣,٩	٢,٨	٨,٣٩	١٠	٨٠,٦٩	٩٥,١
٢	٥٠	٤.٤	٤,٢	٦,١٢	٨,٥٢	١٠	٨٤.٨٤	١٠٠
٣	٤٠	٦	٤,٧	٤,٠٤	٨,٠١	٤,٥	٦٧,٢٥	٧٩,٢٦
٤	٤٠	٦	٤,٧	٣,٤٤	٨,٠١	٢,٦	٦٣,٥٥	٧٤,٩
٥	٣٩,٢	٤,٨	٧.٧	٥,٦	٧,٤٤	٢,٦	٦٥,٧٤	٧٧,٤٨
٦	٣٩,٢	٣,٢	٩,٨	٦,٤	٨,٩١	٢,٦	٦٦,٩١	٧٨,٨٦
٧	٣٩,٢	٢,٨	١٠	٧,٤	٨,٥٣	٣,١	٧١,٠٣	٨٣,٧٢
٨	٣٩,٢	٢,٨	١٠	١٠	٨,٥٣	٣,١	٧٣,٦٣	٨٦,٧٨
٩	٣٥	٢,٨	١٠	٨	١٠	٣,١	٦٨,٩	٨١,٢١
١٠	٣٥	٢,٨	١٠	٩	٩,٣٦	٣,١	٦٩,٢٦	٨١,٦٣
١١	٣٤,٩	٢,٨	٤,٣	٨	٧,٧٦	٢,٩	٦٠,٦٦	٧١,٤٩

من هذا الجدول نستطيع التعرف علي القيمة القصوى للحمل ١٠٠ % بينما نري القيمـة الدنيـا أصبحـت ٤٨,١٢ وهي التي تحدث في الساعة الثالثة صباحا وهو من الأمور المعتادة حيث يكون الحمل الأقصى مســاءا

وهنا في تمام الساعة الثالثة عصرا نتيجة التزايد الكبير في الحمل الصناعي داخل بقية الأحمال القياسية كما نوهنا إليه من قبل لكون الأحمال الصناعية هي الطاغية لانخفاض تواجد الأحمال الأخرى .

جدول رقم ٢-٧ : الشكل الثاني للأحمال الكلية القياسية

ساعة	صناعية	زراعية	تجارية	مولية	خدمات	إجمالي	(%)
١٢	١١,٦٦	٦	٢,٥	٤,٠٤	٤,٥٩	٢٨,٧٩	٣٤,٣
١	١١,٦٦	٦	١,٣	٣,٢٥	٤,٤٧	٢٦,٦٨	٣١,٧٨
٢	١١,٦٦	٦	١,٣	٣,٣٧	٣,٥٤	٢٥,٨٧	٣٠,٨٢
٣	١١,٦٦	١٨	١,٣	٢,٢٤	٣,٢٩	٢٠,٢٩	٢٤,١٧
٤	١١,٦٦	٢٣,٥	١,٣	٥,٠٥	٣,٢٩	٤٤,٩	٥٣,٤٩
٥	١١,٦٦	٣٧,٥	١,٣	٥,٦٢	٥,٧٧	٦١,٩٥	٧٣,٨١
٦	١١,٦٦	٥٠	١,٣	٥,٦٢	٥,٧١	٧٤,٣٩	٨٨,٦٣
٧	١١,٦٦	٥٠	١,٤	٤,٢٧	٧,٤٥	٧٤,٩٨	٨٩,٣٣
٨	١٩,٥	٥٠	١,٣	٤,٩٤	٨,١٩	٨٣,٩٣	١٠٠
٩	١٩,٥	٥٠	١,٣	٣,٨٢	٧,٩٥	٨٢,٥٧	٩٨,٣٨
١٠	١٩,٥	٤٠,٥	٢	٥,٠٥	٦,٢٧	٧٣,٣٢	٨٧,٣٥
١١	١٩,٥	٤٢	٢,٣	٥,٩٨	٦,٣٩	٧٦,١٧	٩٠,٧٥
١٢	١٩,٩	٣٣	٢,٩	٤,٧٦	٦,٥٨	٦٧,١٤	٧٩,٩٩
١	١٩,٨٤	٣٠	٣,٧	٥,٣٩	٦,٨٣	٦٥,٧٦	٧٨,٣٥
٢	١٩,٨٤	٢٥,٥	٤	٤,٢٩	٨,٦٣	٦٢,٢٦	٧٤,١٨
٣	٢٠	٢٧,٥	٤,٦	٣,١٩	٨,٧٦	٦٤,٠٥	٧٦,٣١
٤	١٥,٩٨	٢٧.٥	٤,٦	٤,٧٦	٨,٧٦	٦١,٦	٧٣,٣٩
٥	١٥,٦٨	٢٧,٧٥	٧,٦	٦,٨٥	٨,١٩	٦٦,٠٧	٧٨.٧٢
٦	١٥,٦٨	١٦	٩.٩	٩,١	٨,١٣	٥٨,٨١	٧٠,٠٥
٧	١٥,٦٨	٣٥,٥	١٠	١٠	٧,٧٦	٧٨,٩٤	٩٤,٠٥
٨	١٥,٦٨	٣٥,٥	١٠	٩,٤٤	٧,٧٦	٧٨,٣٨	٩٣,٣٨
٩	١٤,٠٢	٣٥,٥	١٠	٨,٣١	١٠	٧٧,٨٣	٩٢,٧٣
١٠	١٤,٠٢	٣٥,٥	١٠	٨,٦٥	٩,٣٨	٧٧,٥٥	٩٢,٤
١١	١٣,٩٦	٣٥,٥	٣.٣	٧,٨٧	٨,١٩	٦٨,٨٦	٨١

يقدم الجدول رقم ٢-٧ الأحمال الكلية القياسية عندما تختفي الأحمال الإدارية وتنخفض الأحمال الصناعية وتصـــل إلى ٢٠ % فقط بينما ترتفع الأحمال الزراعية إلى ٥٠ % وهي نسبة مرتفعة ولكنها تمثل مناطق اســـتصلاح الأراضـــي الكبرى والمجتمعات الخاصة بها ولذلك نجد هذا الشكل مختلفا عن السالفة فهنا تصل الذروة في الساعة التاسعة مســـاءا وهو من الأمور العادية تماما وتظهر القيمة الدنيا للحمل وهي ٢٤,١٧ % في الساعة الثالثة صباحا وهو أيضا معتادا .

جدول رقم ٢-٨ : الشكل الثالث للأحمال الكلية القياسية

ساعة	صناعية	تجارية	منزلية	خدمات	إدارية	إجمالي	(%)
١٢	٥,٨٣	٦,٥	٨,٥	٤,٣٨	٢,٨	٢٨,٠١	٣١,٥
١	٥,٨٣	٢,٥	٦,٧	٤,٣٨	٢,٨	٢٢,٢١	٢٤,٩٧
٢	٥,٨٣	٢,٥	٦,٥	٣,٧٦	٢,٨	٢١,٣٩	٢٤,٠٥
٣	٥,٨٣	٢,٥	٤	٣,٧	٢,٨	٢٣,٠٣	٢٥,٨٩
٤	٥,٨٨	٢,٥	٨,٢	٣,٧	٢,٨	٢٣,٠٨	٢٥,٩٥
٥	٥,٨٨	٢,٥	١٤	٥,٩	٢.٨	٣١,٠٨	٣٤,٩٥
٦	٥,٨٨	٢,٥	١١,٥	٦,٤٤	٢,٨	٢٩,١٢	٣٢,٧٤
٧	٥,٩٣	٢,٥	٥,٧٤	٧,١٣	٣	٢٤,٣	٢٧,٣٢
٨	٩,٧٥	٤	٧	٨,٧	٩,٨٥	٣٩,٣	٤٤,١٩
٩	٩,٧٥	٤	٤,٥	٩,٧	١٠	٣٧,٩٥	٤٢,٦٧
١٠	٩,٧٥	٨,٥	٨,٢	٧,٧٧	١٠	٤٤,٢٢	٤٩,٧٣
١١	٩,٧٥	٩	٩,٣	٧,٢٣	١٠	٤٥,٢٨	٥٠,٩٢
١٢	٩,٩٥	٢٤,٥	٦.٦	٧,٢٤	١٠	٥٨,٢٩	٦٥,٥٥
١	٩,٩٢	١٧	٨,٢٤	٧,٥٣	١٠	٥٢,٦٩	٥٩,٢٥
٢	٩,٩٢	١٨,٥	١٠,٣	١٠	١٠	٥٨,٧٢	٦٦,٠٣
٣	١٠	٢٢	٧,٦	٨,٤٩	٢,٥٥	٥٠,٦٤	٥٦,٩٥
٤	٧,٩٩	٢٢	٤,٩٤	٨,٤٩	٢,١	٤٥,٥٢	٥١,١٩
٥	٧,٨٤	٣١.٥	١١,٢٤	٧,٩٦	٢,١	٦٠,٦٤	٦٨,١٩
٦	٧,٨٤	٥٠	١٦,٥	٨,٧	٢,١	٨٥,١٤	٩٥,٧٥
٧	٧,٨٤	٥٠	١٧,٣	٨,٠٨	٣	٨٦,٢٢	٩٦.٩٦
٨	٧,٨٤	٥٠	٢٠	٨,٠٨	٣	٨٨,٩٢	١٠٠
٩	٧,٠١	٥٠	١٧,٥	٩,٨٦	٣	٨٦,٦٩	٩٧,٤٩
١٠	٧,٠١	٥٠	١٨,٧٤	٩,١٨	٣	٨٧,٩٣	٩٨,٨٨
١١	٦,٩٨	٦,٥	١٥	٨,٢٢	٢,٩٥	٣٩,٦٥	٤٤,٥٩

أما الشكل الثالث من الأحمال (جدول رقم ٢-٨) حيث تنعدم الأحمال الزراعية وتتفاقم الأحمال التجارية مثل المناطق الحرة والمدن التجارية الحرة كمدينة بور سعيد وتصل نسبتها إلي ٥٠ % من إجمالي الأحمال فنجد الذروة في الساعة الثامنة ليلا وهو معتاد والقيمة الأدنى وهي ٥٤,٨٢ تحدث في الساعة العاشرة صباحا وهو معتادا أيضا . غير أن الشكل الأخير يزيد من الأحمال المنزلية بنسبة ٤٠ % بينما تتوزع بقية الأحمال وهو ما يعبر عن المناطق المزدحمة بالسكان والتي غالبا ما تكون الأحياء الشعبية (جدول رقم ٢-٩) .

جدول رقم ٢-٩ : الشكل الرابع للأحمال الكلية القياسية

ساعة	صناعية	زراعية	تجارية	منزلية	خدمات	إنارة	إجمالي	(%)
١٢	٥,٨٣	١,٤	٤,٦	١٧	٤,٥٩	٢,٨	٣٦,٢٢	٤٣,٣٩
١	٥,٨٣	١,٤	١,٤	١٣,٤	٤,٤٧	٢,٨	٢٩,٣	٣٥,٥٥
٢	٥,٨٣	١,٤	١,٤	١٣	٣,٥٤	٢,٨	٢٧,٩٧	٣٣,٩٤
٣	٥,٨٣	٤,٦	١,٤	٨	٣,٢٩	٢,٨	٢٥,٩٢	٣١,١٥
٤	٥,٨٨	٤,٦	١,٤	١٦,٤	٣,٢٩	٢,٨	٣٤,٣٧	٤١,٧١
٥	٥,٨٨	٧	١,٤	٢٨	٥,٧٧	٢,٨	٥٠,٨٥	٦١,٧١
٦	٥,٨٨	١٠	١,٤	٢٣	٥,٧١	٢,٨	٤٨,٧٩	٥٩,٢١
٧	٥,٩٣	١٠	١,٤	١١,٤٨	٧,٤٥	٣	٣٩,٢٦	٤٧,٦٤
٨	٩,٧٥	١٠	٢	١٤	٨,١٩	٩,٨٥	٥٣,٧٩	٦٥,٢٨
٩	٩,٧٥	١٠	٢	٩	٧,٩٥	١٠	٤٨,٧	٥٩,١
١٠	٩,٧٥	٨.٨	٣,٦	١٦,٤	٦,٢٧	١٠	٥٤,٨٢	٦٦,٥٢
١١	٩,٧٥	٨.٨	٤	١٨,٦	٦,٣٩	١٠	٥٧,٥٤	٦٩,٨٣
١٢	٩,٩٥	٧,٣	٥,٤	١٣,٢	٦,٥٨	١٠	٥٢,٤٣	٦٣,٢٨
١	٩,٩٢	٦,٧	٧	١٦,٥	٦,٨٣	١٠	٥٦,٩٥	٦٩,١١
٢	٩,٩٢	٥,٨	٧,٦	٢٠,٦	٨,٦٣	١٠	٦٢,٥٥	٧٥,٩١
٣	١٠	٥,٢	٩	١٥,٢	٨,٧٦	٢,٥٥	٥٠,٧١	٦١,٥٤
٤	٧,٩٩	٥,٢	٩	٩,٨٨	٨,٧٦	٢,١	٤٢,٩٣	٥٢,٠٩
٥	٧,٨٤	٣,٢	١٥	٢٢,٥	٨,١٩	٢,١	٥٨,٨٣	٧١,٣٩
٦	٧,٨٤	٣,٥	٢٠	٣٣	٨,١٣	٢,١	٧٤,٥٧	٩٠,٤٩
٧	٧,٨٤	٣,٨	٢٠	٣٤,٦	٧,٧٦	٣	٧٧	٩٣,٤٥
٨	٧,٨٤	٣,٨	٢٠	٤٠	٧,٧٦	٣	٨٢,٤	١٠٠
٩	٧,٠١	٣,٨	٢٠	٣٥	١٠	٣	٧٨,٨١	٩٥,٦٤
١٠	٧,٠١	٣,٨	٢٠	٣٧،٤٨	٩,٣٨	٣	٨٠,٦٧	٩٧,٩
١١	٦.٩٨	٣,٨	٤,٦	٣٠	٨,١٩	٢,٩٥	٥٦,٥٢	٦٨,٥٩

في هذه الحالة الممثلة للأحياء الشعبية نجد الأحمال قد وصلت الذروة في تمام الساعة الثامنة ليلا بينما أدنى قيمة وهي ٦٤,٧٦ % تأتي في الرابعة صباحا (فجرا) وهو أمرا طبيعيا ويتماشى مع الواقع فعلا ، وهذا يثبت بأن هذه الأحمال المقترحة تعبر عن الواقع ويمكن الاعتماد الكامل عليها عند التخطيط والتصميم وتؤدي إلي نتائج سليمة نستطيع الأخذ لها .

٢-٣: المعاملات الفنية لمنحنى الأحمال Technical parameters

بعد التوصل إلي الأشكال الأربعة السابقة لمنحنى الأحمال يكون ضروريا التعرف علي أسس ومعايير المقارنة بينهم للمفاضلة واختيار الأفضل عند التصميم أو التخطيط كما سبق الإشارة ومن هنا بدأت الأهمية لما نضعه من معاملات جوهرية لقياس المزايا والعيوب في منحنى الأحمال ومن أجل تحديد الخصائص الفنية الكاملة عن هذه المنحنيات وهو ما نبسط له الصفحات التالية .

أولا : معامل التحميل Load Factor

يعبر هذا المعامل عن نسبة التحميل ولهذا يجب البدء من التعريف الأصلي للتحميل في بعض النقاط الأساسية :

١- الحمل الأقصى **peak load** : وهو يساوي القيمة القصوى للحمل علي منحنى الأحمال وبذلك تصبح قيمته ١٠٠ % في المنحنيات السابقة محل الدراسة بينما نجدها لا تحدث بصفة مستمرة طوال الوقت بل في فترة قصيرة وتتباين هذه القيمة من مكان لآخر وبين الأشكال الأربعة الكلية .

٢- الطاقة الكلية **total energy** : تمثل هذه الطاقة المساحة الكلية تحت منحنى الحمل رياضيا وتعبر عن إجمالي الطاقة المطلوبة علي مدار الأربعة وعشرين ساعة .

٣- الحمل المتوسط **average load** : يساوي القيمة المكافئة للحمل إذا ما استمر ثابتا في القيمة علي مدار اليوم ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة :

القيمة المتوسطة = المساحة الكلية تحت منحنى الأحمال اليومية / ٢٤ (٢-١)

حيث تعبر ساعات اليوم الواحد علي عدالة التوزيع للحمل وهو ما تم حسابه من قبل في الجداول التي تخص الحالات الستة في الفصل الأول والأشكال الأربعة في الحالي حيث كان يتم الجمع الحسابي للأحمال المتالية بفرض أنها تشكل مستطيلا لكل ساعة بينما في الواقع تأخذ شكل الشبه منحرف وإذا تم تجميع كل أشباه المنحرف لتوصلنا لنفس النتيجة بدقة كاملة .

٤- فرق التذبذب oscillation difference وهي قيمة جديدة يجب أن تدخل وبقوة في الحسبان بل ويجب أن تندرج تحت مسمي المعاملات الفنية لأنها لا تقل أهمية عن غيرها وهي قيمة التذبذب في التحميل أو فرق التذبذب وهو ما يتبع الصيغة

فرق التذبذب = القيمة القصوى - أدنى حمل (٢-٢)

فهي تمثل معامل الخطورة علي التشغيل لبدء وحدات التوليد ومن ثم إيقافها أو وضعها علي أهبة الاستعداد وهي من الأعمال الخطورة من الناحية الفنية لتشغيل المحطات ويقع العبء الأكبر علي هذه المحطات كلما كان الفرق كبيرا ويعتمد العمل في مراكز التحكم الرئيسية علي هذا الفارق وكلما قل الفارق كلما أصبح العمل مريحا .

اعتمادا علي هذه التعاريف العامة نستطيع وضع التعبير الرياضي لمعامل التحميل بالصورة:

معامل التحميل = القيمة المتوسطة للحمل / القيمة القصوى (٢-٣)

كما يمكننا تحويل هذه المعادلة إلي صورة عامة أخري إذا تم الضرب بالقيمة الزمنية لمنحني الأحمال في كلا من البسط والمقام فتصبح :

معامل التحميل = القيمة المتوسطة x الزمن / (القيمة القصوى x الفترة الزمنية)
(٢-٤)

ولذلك نجد هذه القراءات للأشكال الأربعة كما وردت في الجدول رقم ٢-١٠ حيث تم تضمين الجدول القيمة المحسوبة لمعاملات التحميل الأربعة وهي التي لابد وأن تقل عن القيمة الوحدة (أقل من الواحد الصحيح) وهو الاستنتاج الواضح من المعادلات الرياضية المختلفة المحددة لقيمته.

جدول رقم ٢-١٠ : اختيار الحالات السابقة لنوعية الأحمال القياسية

الشكل	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الطاقة الإجمالية	١٨٢٥,٦٤	١٧٠٦,٣٦	١٣١٥,٧١	١٥٥٤,٤٢
القيمة القصوى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
زمن الذروة	٣ عصرا	٩ صباحا	٨ ليلا	٨ ليلا
القيمة المتوسطة	٧٦,٠٦	٧١,١	٥٤,٨٢	٦٤,٧٦
القيمة الأدنى	٤٨,١٢	٢٤.١٧	١٤,٠٥	٤١,٧١
زمن أدنى حمل	٣ صباحا	٣ صباحا	٢ صباحا	٤ صباحا
فرق التذبذب	٥١,٨٨	٧٥,٨٣	٧٥,٩٥	٥٨,٢٩
معامل التحميل	٧٦,٠٦	٧١,١	٥٤,٨٢	٦٤,٧٦

وجدير بنا أن نجدول قيمة معامل التحميل للحالات الستة الواردة بالفصل السابق في الجـــدول رقـــم ٢-١١ حيث يظهر لنا الفارق بين الحالات المختلفة حيث جاءت قسمة الطاقة الإجمالية في الجدول رقم ٢-٣ علي المـدة الزمنية بعدد الساعات فتعطي القيمة المتوسطة نسبة إلي الحمل الأقصى ١٠٠ % .

جدول رقم ٢-١١: معامل التحميل للأحمال النوعية للحالات الستة القياسية السابقة

الحمل	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
صناعية	٠,٥٨٩٧	٠,٧٤٢	٠,٧٤٦٦	٠,٨٠٠٤	٠,٧٨٣٣	٠,٧٢٨١
زراعية	٠,٥٢٣٣	٠,٥٤١	٠,٥٤٥٤	٠,٥٥٧٩	٠,٤٩٨٣	٠,٥٠٩٥
تجارية	٠,٤١٥	٠,٤١٣٣	٠,٣٦٢	٠,٣٧٤٥	٠,٤٠٩٥	٠,٣٨٢٥
منزلية	٠,٥٣٤	٠,٥٦٦	٠,٦٦٨٢	٠,٥٣٠٢	٠,٥١٦٧	٠,٥٧٨٧
خدمات	٠,٦٨٧٥	٠,٦٩١١	٠,٦٨٩٦	٠,٧١٢٥	٠,٧٥٩٢	٠,٧٢٧٥
إدارية	٠,٤٧٥٨	٠,٤٨٦	٠,٤٨٤٣	٠,٤٨٥٢	٠,٤٧٧٩	٠,٤٧٤١

أما فرق التذبذب في الجدول رقم ٢-١٢ حتى بين لنا أهميته وضرورة الاعتماد علية كمعامل جوهري .

جدول رقم ٢-١٢: فرق التذبذب للأحمال القياسية النوعية للحالات الستة السابقة

الحمل	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
صناعية	٤١,٧	٤٦	٤٨	٣٩,٨	٤٤,٨	٥٢,٦
زراعية	٨٨	٨٨	٨٦	٨٦	٨٦	٨٤
تجارية	٩١	٨٧	٩٥	٩٤	٩١	٩٣
منزلية	٧٤	٧٧,٦	٧٣,٥	٨٢	٨٠	٧٩,٥
خدمات	٦٦,٨	٦٧,١	٦٤,٤	٦١,١	٥٥,٩	٦٣
إدارية	٨٠	٧٦	٧٩	٧٧	٧٦	٧٨

هذه الأرقام تعني الكثير حيث يظهر التذبذب الأوسع والذي يصل إلي ٩٥ نسبة إلي الذروة ١٠٠ في الأحمـــال التجارية والتي تأخذ بشكل عام اكبر تذبذب بين بقية الأحمـــال يليـــها الأحمـــال الزراعيـــة (٨٤ – ٨٨) ثم الإدارية (٧٧ – ٨٠) فالأحمال المنزلية وحتى أفضل (أقل) تذبذب مع الأحمال الصناعية والذي يتأرجح حـول النصف (٤١ – ٥٢ تقريبا) . وكلما قلت قيمة التذبذب كلما كان التشغيل مستمرا لفترات أطول لوحـدات التوليد مما يعطي الاطمئنان للعاملين والقائمين علي الإشراف في مراكز التحكم ومحطات التوليد .

ثانيا : معامل الاستغلال **Use Factor**

يعبر هذا المعامل عن الطاقة المهدرة من تلك المتاحة بالشبكة أو بمحطة التوليد ولذلك يتم وضعه في الصيغة :

معامل الاستغلال = الطاقة المستخدمة فعلا / الطاقة المتاحة (٢-٥)

وذلك يوضح لنا أهمية أن تزيد قيمته ويكون وهو شكلا آخر من معامل التحميل ويعبر البسط عن شكل مستطيل بطول الفترة الزمنية وعرض (ارتفاع) قيمته القيمة المتوسطة وهي مساحة مستطيل تساوي الطاقة المستهلكة فعلا بينما المقام يمثل مستطيلا بطول نفس الفترة الزمنية للمنحني وعرض (الارتفاع) الحمل المركب installed capacity معبرا عن مساحة مستطيل قيمتها الطاقة الكلية المتاحة أي يتم قسمة مساحة مستطيلين ، كما أنه يجوز التعبير عن نفس المعامل علي النحو التالي :

معامل الاستغلال = المساحة تحت منحى الحمل / الطاقة المتاحة الكلية

(٢-٦)

هكذا نجد لزاما علينا تعريف الحمل المركب installed capacity وهو أقصي يمكن لمحطات التوليد أن تبثه إلي الشبكة الكهربية والطاقة المركبة هي عادة أكبر من الحمل الأقصى وغالبا ما تكون في حدود ١٢٠ % من الحمل الأقصى ولهذا سوف نفترض في هذا الكتاب أن قيمة الحمل المتاح المركب بقيمة ١٢٠ % وهكذا يجلو لنا الفارق بين الحمل الأقصى وذلك المركب ويمكن أن نضع المعادلة رقم ٢-٦ في الصورة

معامل الاستغلال= معامل التحميل/ النسبة بين الحمل المركب والأقصى

(٢-٧)

والآن نقدم معامل الاستغلال للحالات الستة السابقة في الجدول رقم ٢-١٣ .

جدول رقم ٢-١٣: معامل الاستغلال للأحمال القياسية النوعية للحالات الستة السابقة

الحمل	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
صناعية	٠,٤٩١٤	٠,٦١٨٣	٠,٣٩٧١	٠,٦٦٧	٠,٦٥٢٧	٠,٦٠٦٧
زراعية	٠,٤٣٦	٠,٤٥٠٨	٠,٤٥٤٥	٠,٤٦٤٩	٠,٤١٥٢	٠,٤٢٤٥
تجارية	٠,٣٤٥٨	٠,٣٤٤٤	٠,٣٠١٦	٠,٣١٢	٠,٣٤١٢	٠,٣١٨٧
منزلية	٠,٤٤٥	٠,٤٧١٦	٠,٥٥٦٨	٠,٤٤١٨	٠,٤٣٠٥	٠,٤٨٢٢
خدمات	٠,٥٧٢٩	٠,٥٧٥٩	٠,٥٧٤٦	٠,٥٩٣٧	٠,٦٣٢٦	٠,٦٠٦٢
إدارية	٠,٣٩٦٥	٠,٤٠٥	٠,٤٠٣٥	٠,٤٠٤٣	٠,٣٩٨٢	٠,٣٩٥

إضافة إلي ما سبق نجدول قيمة معامل الاستغلال الخاص بالأشكال الأربعة الكليـــة للحمـــل كمـــا وردت في الجدول رقم ٢-١٤ لنري الفارق بين المعاملين التحميل والاستغلال للأشكال الأربعة .

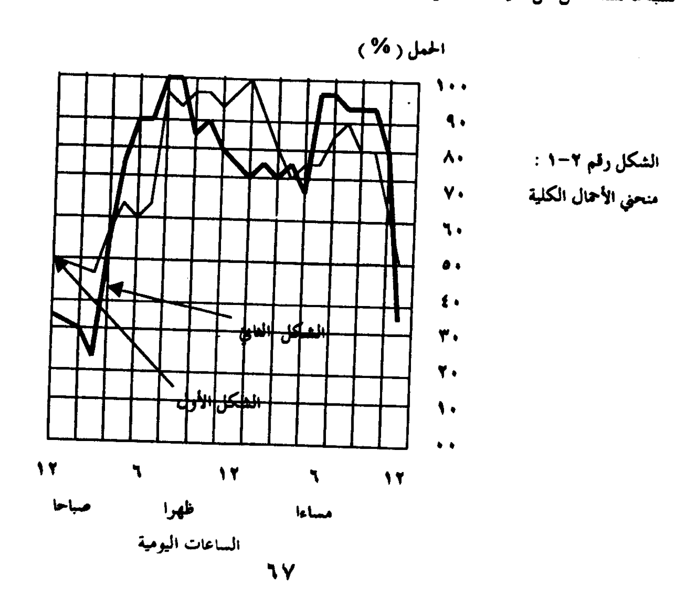
جدول رقم ٢-١٤: معامل التحميل ومعامل الاستغلال للأحمال القياسية الكلية السابقة

الشكل	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
معامل الاستغلال	٠,٦٣٣٨	٠,٥٩٢٥	٠,٤٥٦٨	٠,٥٣٩٦

كما يمكننا أن نعبر عن معامل الاستغلال حسابيا بالمعادلة

معامل الاستغلال = القيمة المتوسطة / القيمة المركبة (٢-٨)

وهو ما نستطيع ملاحظته من الجداول الأخيرة حيث أنه يعتمد علي النسبة بين القيمة المركبة والتي تعتمد علـــي الحطة ذاتها دون النظر إلي منحني الحمل وبين الحمل الأقصى وهو ما يظهر من منحني الحمل بغض النظر عن مـــا هو متاح أم لا في الشبكة . ومن ذلك نري أن معامل الاستغلال يشير إلي مدى استغلال الطاقة المتاحة لدينـــا أو نسبة ما نستغله من كل ما يمكننا الحصول عليه .



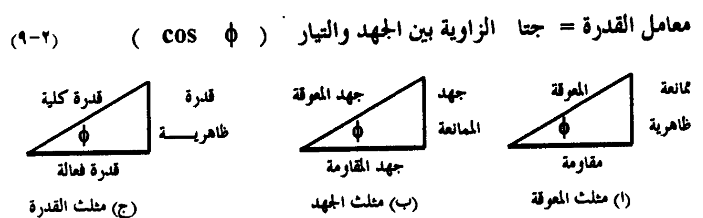
الشكل رقم ٢-١ : منحني الأحمال الكلية

ويعرض الشكل رقم ٢-١ التغير الحادث علي الأحمال في شكل منحني ليوضح لنا معني هذه المعاملات من جهة وبين التغير اليومي لها مضيفا للمفهوم الخاص بالأحمال المنظر الهندسي . ويطلق علي معامل الاستغلال أيضا اسم معامل السعة **Capacity Factor** بحيث يدلنا علي مدي الاستفادة من السعة الكلية المتاحة لدينا .

ثالثا : معامل القدرة Power Factor

يعرف معامل القدرة بالنسبة المستعملة من الطاقة الموجودة فعلا التي تنتج عن ظاهرة التفاوت بين زاويتي الجهد والتيار مما ينشأ عنه ثلاث كميات من القدرة كلا في اتجاه مخالف للآخرين ، كما تختلف الطاقة الموجودة عن تلك سابقة الذكر عاليه والتي تعرف باسم المتاحة أو المركبة . ويوسم الشكل رقم ٢-٢ مثلث القدرة في الدوائر الكهربية والذي يعتمد علي الزاوية بين كلا من التيار والجهد والمسماة بالزاوية ϕ وهي المؤثرة بدرجة كبيرة في كمية القدرة المستغلة والمنتفع بها من كامل القدرة المهدرة وكلما تساوت هاتين القدرتين كلما كانت الزاوية هذه مساوية للصفر وهو ما يجعلنا أن نميز هذه الزاوية الصفرية عن غيرها ويتم ذلك بأن جعلنا الزاوية صفرا تعني المميزات بينما علي النقيض إذا كانت ٩٠ درجة تلاشت القدرة الفعلية وأهدرت القدرة بالكامل ولذلك تك وضع معامل القدرة مساويا جتا الزاوية المشار اليها لأن هذه النوعية من الدوال التي تحقق هذا المعني المراد وهو أيضا ما يظهر من خلال المعادلات الرياضية المستنتجة في كافة انواع التحليلات الرياضية والهندسية ولذلك نعبر عن معامل القدرة بالصيغة الحسابية .

$$\text{معامل القدرة} = \text{جتا الزاوية بين الجهد والتيار} \quad (\cos \phi) \qquad (٢-٩)$$



الشكل رقم ٢-٢ : مثلث القدرة في الدوائر الكهربائية

في الشكل (أ) نري مثلث المعوقة **impedance triangle** وأضلاعه هي المقاومة **resistance** والممانعة الظاهرية **reactance** ووتره المعوقة **impedance** ومن أسس المتجهات **vectors** يمكننا ضرب كل هذه المتجهات الثلاث في متجه واحد وهو متجه التيار **current vector** المار بهذه المعوقة فنحصل آليا علي الشكل (ب) فتصبح الجهد **voltage** علي الممانعة والجهد علي المقاومة ضلعان بينما الجهد علي المعوقة يظل وترا وبذلك يسمي بمثلث الجهد وبالضرب مرة أخري أضلاع مثلث الجهد **voltage triangle** في نفس التيار فنحصل علي مثلث القدرة **power triangle** في الشكل (ج) وأطرافه تصبح القدرة الفعالة

active power والقدرة الظاهرية reactive power والقدرة الكلية total power . ومـــن المنطـــق الفيزيقي لمعني معامل القدرة يمكننا صياغته بشكل آخر مثل

معامل القدرة = القدرة الحقيقية الفعالة المستهلكة فعلا / القدرة الكلية الممكنة =

= الجهد علي المقاومة المستهلة للطاقة / جهد معوقتها =

= مقاومة الجهاز / معوقة الجهاز (٢-١٠)

لذلك يهمنا من الدرجة الأولي تحسين معامل القدرة (p. f.) لأنه يعتمد علي مكونات الشبكة وهـــذا يمكننـــا تعديل قيمته والتحكم في نوعيته فمنه ما يسمي معامل القدرة السابق leading أو الآخر المتـــأخر lagging وفي جميع الأحوال فانه يؤثر بشكل مباشر في فقد الطاقة المطلوبة والمتاحة غير أن قيمته تعتمد علي نوعية المعوقـــة وهو ما يعني نوعية الحمل وهنا عندما نتحدث عن الأحمال القياسية ويجدول الجدول رقم ٢-١٥ بعـــض القيـــم التقريبية لمعامل القدرة الخاص ببعض نوعيات الأحمال القياسية ونجدها تتأرجح بين الوحدة و ٠,٤ وهو مـــا يدعونا إلي مزيد من الدراسة للوصول إلي أفضل معامل قدرة من خلال التعامل مع منحنيات الأحمال .

جدول رقم ٢-١٥ : بيان بمعاملات القدرة التقريبية لبعض الأحمال القياسية

نوعية الحمل	(p. f.)	الحمل	(p. f.)	نوعية الحمل	(p. f.)
مصابيح تنجستن	١	محركات	٠,٧	كيميائي	٠,٩٥
مصابيح فلورية	٠،٦	غسالات	٠,٨-٠,٧٥	زراعي	٠,٧
مصابيح فلورسنت	٠,٤	ثلاجات	٠,٨-٠,٦	تجاري	٠,٨
مصابيح فلورسنت محسنة	٠,٨	تهوية	٠,٨	إليكترونية	٠,٩
أجهزة طهي	٠,٩٥	تكييف	٠,٨-٠,٧	صناعة ثقيلة	٠,٨-٠,٦
محركات سريعة	٠,٨	سخانات	١-٠,٩	دفايات	٠,٩٥

من هنا نستطيع التوصل إلي أفضل معامل قدرة بجمع الأحمال التي تعطي أفضل معامل قدرة للأحمال الكلية وهـــو ما سوف نتعرض له لاحقا في الفصول القادمة.

رابعا : معامل الفقد Loss Factor

يعتبر معامل الفقد المرآة الناقدة لمعامل التحميل حيث يلقي النظرة علي الضائع من الطاقة بالرغم مـــن إمكانيـــة استخدامها ويحاول توضيح ماهية الطاقة الضائعة وبالتالي يذكرنا باستمرار بأوجه القصور من ناحية الاســـتغلال أي يكون ضوءا مشعا علي معامل الاستغلال ولذلك يجب الاعتماد عليه في الأسلوب الهندسي الحديث حـــتي

نصل إلي الوسائل المثلي اللازمة للتصميم ولوضع التخطيط المستقبلي في أبهى صورة ويمكننا التعبير عنه بالمعادلة الرياضية التالية

معامل الفقد = المساحة فوق منحني الحمل / المساحة الكلية للمستطيل كله (٢-١١)

وهذا يوضح لنا معلومة أخري بأنه لا بد وأن نتبع المعادلة الأخرى للعلاقة بين معاملي التحميل والفقد وهي

معامل الفقد + معامل التحميل = ١ (٢-١٢)

وهو ما يعني أن كلا من معاملي التحميل والفقد مساويا لعدد أقل من الواحد الصحيح ولا يمكن لأحدهما أن يتساوى مع الصفر .

خامسا : معامل الاحتياطي Reserve Factor

نحتاج إلي معامل الاحتياطي كي يذكرنا بما لدينا من مخزون ممكن توليده عند الحاجة إليه وفي الحقيقة يتواجد هذا المخزون بكثرة طوال اليوم ولكنه يقل تدريجيا كلما اقتربنا من القيمة القصوى للحمل ولذلك تكون هذه اللحظة هي الحرجة وهي التي يتم تقييم معامل الاحتياطي عندها ويأخذ الصيغة

معامل الاحتياطي = السعة الكلية / الحمل الأقصى (٢-١٣)

ومن معناها نعلم الإمكانية الاحتياطية لدي الشبكة لتغطية حالات الطوارئ وخصوصا وقت الذروة .

سادسا : معامل التشتت Diversity Factor

يهم المهندسين أن تقل القيمة القصوى للحمل وهو ما نتطلع إلي تحقيقه باستمرار ونجد أن معامل التشتت ما يعطي لنا الفرصة لتحقيق هذا خصوصا وانه يتعلق بتجميع الأحمال الفرعية داخل الأحمال الكلية حيث يأخذ الصورة الرياضية

معامل التشتت= مجموع القيم القصوى للأحمال الفرعية / الحمل الأقصى الكلي

(٢-١٤)

وبذلك لابد وأن يكون أكبر من الواحد الصحيح كما يظهر هذا في الجدول رقم ٢-١٦ لقيمة معامل التشتت في الحالات الستة السابقة نسبة إلي مكونات الأحمال القياسية حيث نري القيمة الأكبر للتشتت الجيد بين القيم القصوى للأحمال القياسية الفرعية بالرغم من ان القراءات في الجدول تشير إلي العديد من المعاملات المساوية للواحد الصحيح وهو ما يعني أن جميع القيم القصوى للأحمال الداخلة في التجميع في وقت واحد دون زحزحة

زمنية أما القيم الأكبر فيكون التزحزح من ناحية ونسبة المكونات من الجهة الأخرى والتي تؤثر بشكل مباشـو في قرب القيمة القصوى لهذه الأحمال

جدول رقم ٢-١٦: معامل التشتت للأحمال القياسية النوعية للحالات الستة السابقة

الحمل	الحالة الأولي	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
صناعية	١,٠١	١	١,٠١	١,٠٢	١,٠٤	١,٠٢
زراعية	١	١	١	١	١	١
تجارية	١	١	١	١	١	١
منزلية	١	١,١٢	١,٤٧	١	١,٢٥	١,٢٨
خدمات	١,٢٨	١,٢٤	١,٢٧	١,٢٩	١,٤٥	١,٣٧
إدارية	١	١	١	١	١	١

ومن هذه الأرقام نجد الواحد الصحيح في الأحمال الصناعية أحيانا والزراعية والتجارية دائمـــا لاشـــتراكهم في القيمة القصوى في ذات الوقت بينما تظهر أكبر معاملات عند الأحمال المنزلية والخدمات لتنوع الطلب عليـــها ولذلك نضع معامل الاستغلال للأشكال الأربعة الخاصة بالأحمال الكلية القياسية في الجدول رقم ٢-١٧ لتـــنوع الأحمال المختلفة طبقا لما سبق شرحه .

جدول رقم ٢-١٧: معامل التشتت للأحمال القياسية الكلية للأشكال الأربعة

الشكل	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
معامل التشتت	١,١٧٨٦	١,١٩	١,١٢	١,٢١

سابعا : معدل تغير الحمل **Rate of load variation**

وهو ما يعبر عن حالة الحمل غير الثابتة والتي تتأرجح بين الزيادة والنقصان ولذلك نجد هذا المعدل يشمل :

١- معدل ارتفاع الحمل **Rate of Rise of Loading (RRL)**

وهو الأمر الذي يحدث بصفة مستمرة علي مدار المنحني بدءا من الحمل الأدنى وصولا إلي القيمة القصوى.

٢- معدل الانخفاض **Rate of Unloading (RU)**

وهو ما يتعادل مع معدل الارتفاع بحيث يجب أن يتساوى معدل الارتفاع مع معدل الانخفـــاض علـــي مـــدار المنحني كاملا ولذلك نجد أن هذا المعدل قد يأخذ نوعين من التغير هما :

ا) معدل التغير الديناميكي وهو ما يتم حسابه بناءا علي :

معدل التغير = القراءة الحالية ـ القراءة في الساعة السابقة (٢-١٥)

ب) معدل التغير الإستاتيكي

وهو ما يمكن حسابه بالمعادلة :

معدل التغير = (القيمة القصوى - القيمة الدنيا)/ الفرق الزمني بينهما (٢-١٦)

وهذا المعدل اما أن يكون للزيادة أو للنقص فيه ولذلك يختلف الزمن في الحالة الأولي (الزيـادة) بـأن يكـون الزمن من القيمة الدنيا وحتى أقصى قيمة للحمل بينما يحسب الزمن بالعكس في الحالة الثانية (معدل الانخفـاض) ولهذا نجد التغير الديناميكي لكل ساعة لكل من الحالتين الثالثة والرابعة قد تم حسابه في الجدول رقـم ٢- ١٨ حيث نري أيضا أن مجموع معدلات الزيادة الحملية تتساوى مع معدلات الانخفاض في الحالة الثالثة بينما يوجـد فرق بسيط قدره ٠,٣١ في الحالة الرابعة ، وهذه الفروق تأتي من التقريب الحادث نتيجة إهمال الكسر العشري الثالث وما بعده فنصل إلي فرق بسيط ولا بد من تواجده بصورة عامة .

جدول رقم ٢- ١٨ : معدلات التغير في الأحمال للحالتين الثالثة والرابعة

الساعة من / إلى (صباحا)	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الساعة من / إلي (مساءا)	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة
١١ / ١٢	١٣,٠٨ -	٢٥,٢ -	١١ / ١٢	١٤,٦٣ +	٦,٥٥ -
١٢ / ١	٦,٥٣ -	٧,٨٤ -	١٢ / ١	٦,٣ -	٥,٨٣ +
١ / ٢	٠,٩٢ -	١,٦١ -	١ / ٢	٦,٧٨ +	٦,٨ +
٢ / ٣	١,٨٤ +	٢,٧٩ -	٢ / ٣	٩,٠٨ -	١٤,٣٧ -
٣ / ٤	٠,٠٦ +	١٠,٥٦ +	٣ / ٤	5.76 -	٩,٤٥ -
٤ / ٥	٩ +	٢٠ +	٤ / ٥	١٦,٩٩ +	١٩,٣ +
٥ / ٦	٢,٢١ -	٢,٥ -	٥ / ٦	٢٧,٥٦ +	١٩,١ +
٦ / ٧	٥,٤٢ -	١١,٥٧ -	٦ / ٧	١,٢١ +	٢,٩٦ +
٧ / ٨	١٦,٨٧ +	١٧,٦٤ +	٧ / ٨	٣,٠٤	٦,٥٥ +
٨ / ٩	١,٥٢ -	٦,١٨ -	٨ / ٩	٢,٥١ -	٤,٣٦ -
٩ / ١٠	٧,٠٦ +	٧,٤٢ +	٩ / ١٠	١,٣٩ +	٢,٢٦ +
١٠ / ١١	١,١٩ +	٣,٣١ +	١٠ / ١١	٥٤,٢٩ -	٢٩ -

وتهتم الدوائر الفنية المختصة بتشغيل الشبكات الكهربية والتحكم فيها بهذه المعدلات وهي ما تنم عن ضـرورة الاستعداد عند التغير العالي مثل الحادث في الساعة الحادية عشر مساءا في الحالة الثالثة حيث يصل معدل التغـير

بالزيادة بقيمة ٥٤,٢٩ وتصل في الحالة الرابعة في ذات التوقيت بقيمة ٢٩ مع النقص وليس الزيادة بينما أكبر زيادة بقيمة ٢٠ عند الساعة الخامسة صباحا . أما التغير الاستاتيكي فقد تم حسابه على النحو الذي جاء في الجدول رقم ٢-١٩ .

جدول رقم ٢-١٩ : معدل الزيادة ومعدل الإنخفاض الإستاتيكي للأشكال الأربعة السابقة

البيان	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة
القيم القصوى	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
وقت حدوثها	٣ م	٨ ص	٨ م	٨ م
القيمة الدنيا	٤٨,١٢	٢٤,١٧	٢٤,٠٥	٣١,١٥
وقت حدوثها	٣ ص	٣ ص	٢ ص	٣ ص
فرق الحمل	٥١,٨٨	٧٥,٨٣	٧٥,٩٥	٦٨,٨٥
الفرق الزمني	١١	٥	١٨	١٧
معدل الزيادة	٤,٧١٦	١٥,١٦٦	٤,٢١٩	٤,٠٥
زمن الانخفاض	١٣	١٩	٦	٧
معدل الانخفاض	٣,٩٩	٣,٩٩	١٢,٦٥	٩,٨٣٥
معدل الزيادة /الانخفاض	١,١٨	٣,٨	٠,٣٣٣	٠,٤١١

من الجدول نستطيع تبين أن معدل الزيادة الاستاتيكي يعني درجة الخطورة لتحميل الوحدات التوليدية على المدى الزمني المسموح به بينما يرتفع هذا الخطر في الحالة الثانية تحديدا حيث وصل المعدل إلى القيمة ١٥,١٦٦ بينما يكون أقل خطرا في الحالة الرابعة وتظهر هذه العملية من المدة الزمنية البينية للوصول إلى القيمة القصوى والتي تتمثل بخمسة ساعات فقط في الحالة الثانية وأقلها في الحالة الثالثة (١٨ ساعة) وهذا يتضح أهمية حساب نسبة القسمة بين المعدلين كما جاء في السطر الأخير من الجدول فنجد أعلى نسبة هي الحالة الثانية وأقلها هي الحالة الثالثة .

ثامنا : زمن التحميل **Load Time**

يهمنا هنا فترة التحميل للحمل عند الحدود سواء كانت القصوى أو الدنيا ولذلك يجب تحديد معاملات زمن التحميل في الحالتين كما يلي :

١- فترة الذروة **Peak Duration**

وهو ما تكون فيه كل المولدات والمحولات عند القيمة القصوى للتحميل وقد يكون منهم ما هو فوق المقنن بالمعدلات المسموح لها وترتفع درجة الاستعداد في مراكز التحكم الرئيسية والإقليمية وتعلن حالات الطوارئ

من الناحية الفنية لتكون البدائل جاهزة عند الضرورة . كما أن هذه الذروة وبقية الأحمال تعتمد علي الشـــكل الزمني للحمل والذي نضعه علي شكل يسمي منحني الحمل الزمني load duration curve (جدول رقم ٢-٢٠) وهو ما يأخذ المنظر العام الموضح في الشكل ٢-٣ .

جدول رقم ٢-٢٠ : قراءات منحني الحمل الزمني للأشكال الأربعة

عدد ساعات الحمل	الشكل الأول	الثاني	الثالث	الرابع
١	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢	٩٦,٧٤	٩٨,٣٨	٩٨,٨٨	٩٧,٩
٣	٩٦,١٨	٩٤,٠٥	٩٧,٤٩	٩٥,٦٤
٤	٩٥,٦٣	٩٣,٣٨	٩٦.٩٦	٩٣,٤٥
٥	٩٥,١	٩٢,٧٣	٩٥,٧٥	٩٠,٤٩
٦	٩٤,٦	٩٢,٤	٦٨,١٩	٧٥,٩١
٧	٩٣,٣٧	٩٠,٧٥	٦٦,٠٣	٧١,٣٩
٨	٨٦,٧٨	٨٩,٣٣	٦٥,٥٥	٦٩,٨٣
٩	٨٣,٧٢	٨٨,٦٣	٥٩,٢٥	٦٩,١١
١٠	٨١,٦٣	٨٧,٣٥	٥٦,٩٥	٦٨,٥٩
١١	٨١,٢١	٨١	٥١,١٩	٦٦,٥٢
١٢	٧٩,٢٦	٧٩,٩٩	٥٠,٩٢	٦٥,٢٨
١٣	٧٨,٨٦	٧٨,٧٢	٤٩,٧٣	٦٣,٢٨
١٤	٧٧,٤٨	٧٨,٣٥	٤٤,٥٩	٦١,٧١
١٥	٧٤,٩	٧٦,٣١	٤٤,١٩	٦١,٥٤
١٦	٧١,٤٩	٧٤,١٨	٤٢,٦٧	٥٩,٢١
١٧	٦٣,٦٦	٧٣,٨١	٣٤,٩٥	٥٩,١
١٨	٦٢,٥	٧٣,٣٩	٣٢,٧٤	٥٢,٠٩
١٩	٦٠,٩١	٧٠,٠٥	٣١,٥	٤٧,٦٤
٢٠	٥٣.٥٣	٥٣,٤٩	٢٧,٣٢	٤٣,٣٩
٢١	٥١,٨٣	٣٤,٣	٢٥,٩٥	٤١,٧١
٢٢	٤٩,٢٥	٣١,٧٨	٢٥,٨٩	٣٥,٥٥
٢٣	٤٨,٨٣	٣٠,٨٢	٢٤,٩٧	٣٣,٩٤
٢٤	٤٨,١٢	٢٤,١٧	٢٤,٠٥	٣١,١٥

حيث نري في الشكل رقم ٢-٣ المنحني الزمني للحمل فقد يأخذ أشكالا مختلفة من حيث الامتداد ومدة الحمل الواحد ويتشكل في هيئة منحني ولكننا سوف نعتبر التغير خطي ومن ثم نحصل علي الأشكال الخطية التي تسمح لنا الحساب بسهولة ودقة وهو ما سوف نحتاج إليه في الجزء التالي مباشرة .

الحمل الكهربائي

(a)

عدد ساعات الحمل (٢٤ ساعة)

الشكل رقم ٢-٣ : منحني الحمل الزمني

٢- زمن الحمل الخفيف **Light Load Time**

تمثل هذه الحالة في بعض الأحيان بمكن الخطورة في أداء الشبكات إذا ما كانت قد دخلت منطقة عدم الاتـــزان وهو ما يجب أن يوضع تحت الدراسة مسبقا حماية للمعدات وللمستهلكين للطاقة

٣- معدل تحميل وحدات التوليد **Rate of a Unit Loading**

يأتي دور تحميل الوحدات في محطات التوليد علي رأ س القائمة حيث أن كل المعدلات السابقة تمثـــل الأســـاس للتعرف علي معدل تحميل المولدات وخصوصا في الحالات الطارئة وهو ما نبحث عنه مـــن أجـــل الاســـتقرار التشغيلي للشبكة ككل وللمولد بصفة خاصة حيث أنه أول المكونات التي تتأثر بالحالات الطارئة.كمـــا يمكننـــا التعبير عن معدل التحميل رياضيا بالمعادلة :

معدل التحميل = مساحة الحمل الفعلية (A) / مساحة المستطيل الكامل

= مساحة الحمل الفعلية (A) / (المساحة الفعلية + الجزء الضائع (a))

(٢-١٦)

باستخدام هذه المعادلة وبالرجوع إلي الجدول السابق نحصل علي معامل التحميل عندما يتم تحميل مولد لمدة تتراوح من ٥ – ٣ ساعات بالنسبة للشكل الرابع كمثال ونوضح حالة المولد الذي يتحمل العبء لمدة ٥ ساعات من الذروة بالأرقام فيما يلي :

المساحة الضائعة = (١٠٠ – ٩٠,٤٩) – (٩٣,٤٥ – ٩٠,٤٩) /٢ +(١٠٠ – ٩٣,٤٥) – (٩٥,٦٤ – ٩٣,٤٥) / ٢ + (١٠٠ – ٩٥,٦٤) – (٩٧,٩ – ٩٥,٦٤) /٢ + (١٠٠ – ٩٧,٩) – (١٠٠ – ٩٧,٩) / ٢ = ٩,٥١ – ١,٤٨ + ٦,٥٥ – ١,٠٩٥ + ٤,٣٦ – ١,١٣ + ٢,١ ١,٠٥ = ٨,٠٣ + ٥,٤٥٥ + ٣,٢٣ + ١,٠٥ = ١٧,٧٦٥

بينما المساحة الكلية للمستطيل = (١٠٠ – ٩٠,٤٩) x ٥ = ٤٧,٥٥

نجد أن معامل التحميل للمولد = ٤٧,٥٥ / ٦٥,٣١٥ = ٠,٧٢٨

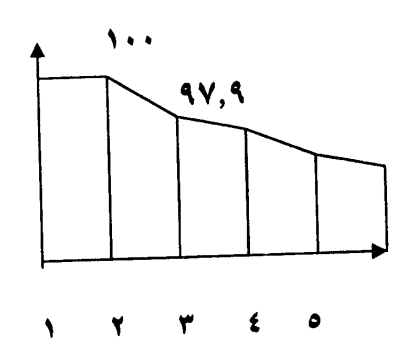
وقد قدم الجدول رقم ٢-٢١ هذه الحسابات للمدد من ٥ - ٣ ساعات .

جدول رقم ٢-٢١ : معدل التحميل للمولد مع الحمل الزمني المرتبط زمنيا للشكل الرابع

مدة التحميل	٥	٤	٣	٢
المساحة الضائعة	١٧,٧٦٥	٩,٧٣٥	٤,٢٨	١,٠٥
المساحة الفعلية	٤٧,٥٥	٢٦,٢	١٣,٠٨	٤,٢
المساحة الكلية	٦٥,٣١٥	٣٥,٩٣٥	١٧,٣٦	٥,٢٥
معدل التحميل	٠,٧٢٨	٠,٧٢٩	٠,٧٥٣٤	٠،٨

ويمثل الشكل رقم ٢-٤ منظرا توضيحيا لهذه الحسابات

وهي لحالة الذروة في الحالة الرابعة



الشكل رقم ٢-٤ : أسلوب حساب معدل التحميل

الفصل الثالث

تصنيف الأحمال

CLASSIFICATION OF LOADS

سبق في الفصلين السابقين أن قدمنا بالتفصيل الأحمال القياسية وكيف أن الأحمال النهائية تعبر عنها تبعا لنسبة دخولها معا في الحمل النهائي والذي يدل علي الحمل الفعلي لما يتم استهلاكه أو إنتاجه في محطات التوليد الكهربائية محددا قدراتها وحيث أن هذه الأحمال تعبر فتظهر منحني الأحمال الشامل وهو ما قد يحتاج إلي التصنيف لتبسيط موضوع دراسة الأحمال الكهربائية في شبكات الطاقة الكهربائية ويمكننا تقسيم الأحمال تبعا للعديد من المحاور والمسميات سواء من حيث الغرض منها أو نوعها بالوحدات القياسية أو أهميتها علي الساحة الاستهلاكية أو مكان استخدامها إلي غير ذلك من التصنيفات والتي نتناولها في البنود التالية فيما بعد .

٣-١ : الأحمال النوعية TYPICAL LOADS

يقصد بها تقسيم الأحمال طبقا لنوعيتها حيث تختلف تبعا لوحدة القياس خصوصا وإنها تتباين من قدرات إلي تيارات وهو الأمر الذي يزيد الحاجة إلي التقسيم النوعي لتحديد الوحدات المتشابهة حيث التعامل مع التيار المتردد كما هو الحال في الشبكات الكهربائية وهي ما نقسمها في أربعة أنواع هي :

أولا : الأحمال الفعالة Active Loads

الأحمال الفعالة تعبر عن الأحمال التي تقاس بالوات أو الكيلو وات أو الميجاوات وكلها قياس موحد ولكن تتغير تبعا للكم المقاس منها كما أنها تمثل القدرة المستعملة فعلا من القدرات المتاحة بكل أنواعها وهي الأحمال الشائعة الاستخدام من خلال منحنيات الأحمال لأنها تعطي الطاقة المستخدمة فعلا وهو ما يضفي علي هذا النوع من الأهمية من حيث الاعتماد عليها في الحاسبات المالية عند تحديد تكلفة الطاقة المستهلكة أو المولدة وتظهر جلية في السعر السلعي للطاقة المولدة ، كما أنها تعطي المعيار الحقيقي لمدي استغلال الطاقة المتاحة لدي محطات التوليد العاملة بالشبكة .

ثانيا : الأحمال الظاهرية Reactive Loads

تختفي هذه النوعية من الأحمال في الدوائر العاملة بالتيار المستمر بينما تبدأ في التواجد بالدوائر العاملة بالتيار المتردد وهو التيار الموجود فعلا في الشبكات وتقاس هذه النوعية من القدرات بوحدات (ميجا فار) علي غرار ما ذكر في القدرة الفعالة حيث يقابلها هناك (ميجا وات) . وجدير بالذكر أن هذه الأحمال غير مرغوب فيها

لأنها تتواجد نتيجة مكونات الشبكة والأجهزة الاستهلاكية حيث تظهر المعوقة (impedance) بدلا من المقاومة (resistance) منشئا الممانعة (reactance) والتي تمثل هذه القدرة الظاهرية . ويمكن إيضاح هذا الأمر من خلال الشكل رقم ٣-١ حيث نجد أن التيار المستمر يعطي استهلاكا كاملا وتاما لكل القدرة الموجودة وهو ما يعني :

القدرة الكلية بالفولت أمبير = القدرة الفعالة بالوات (٣-١)

حيث يصبح كلا المتجهين الخاصين بالتيار والجهد في اتجاه واحد فيكون حاصل ضرب التيار في الجهد مساويا لوحدات الوات فعلا ، أما في حالة التيار المتردد فتظهر القدرة الظاهرية وفي اتجاه عمودي علي اتجاه القدرة الفعالة فتكون القدرة الكلية محصلة لهما . هكذا نجد أن الأحمال الظاهرية غير مرغوب فيها بالشبكة لأنها تزيد من الفقد الكهربي كما تنقل عملية الاتزان إلي مناطق قد تصبح حرجة أحيانا ، ويتحدد معامل القدرة (power factor.) بالنسبة المستغلة فعلا من الطاقة المتاحة المستهلكة .

الشكل رقم ٣-١: خواص دوائر التيار المستمر

ثالثا : الأحمال الكلية Total Loads

تعتبر الأحمال الكلية من أهم النوعيات لأنها تدل علي القدرة الحقيقية التي يتم توليدها بصرف النظر عن ما يتم استغلاله منها فهي القدرة التي يتم عليها إنتاج الطاقة والتي تشمل كلا النوعين السابقين (الظاهرية والفعالة) ، وهي محصلة القدرتين السابقتين وتقاس بوحدات الفولت أمبير أو الميجا فولت أمبير ويبين الشكل رقم ٣-٢ المحصلة الهندسية لمجموع القدرتين لحظيا وهي تتبع المعادلة :

الشكل رقم ٣-٢ : خواص دوائر التيار المتردد

مربع الحمل الكلي = مربع الحمل الفعال + مربع الحمل الظاهري

(٣-٢)

جدول رقم ٣-١: النتائج المحسوبة للقدرات المختلفة لذات الحمل بوحداتها

ساعة	فعالة (ميجاوات)	ظاهرية (م.ف.أ.ر)	كلية (م.ف.ا.)	معامل قدرة
١٢	١٦٩,٢	١١٤,٦	٢٠٦,٦	٠,٨١٩
١	١٧٦,٣	١١٨,٢	٢١٣,١	٠,٨١٦
٢	١٧٣,٨	١١٨,٩	٢١٢,٩	٠,٨١٦
٣	١٦٧,٤	١٠٨,٤	٢٠٤,٦	٠,٨١٨
٤	١٧١	١١١,٥	٢٠٦,٤	٠,٨٢٨
٥	١٧١	١١١,٥	٢٠٦,٤	٠,٨٢٨
٦	١٩١,٦	١٢٣,٧	٢٣٠,٤	٠,٨٣٢
٧	٢٢٧,٩	١٥٦,٤	٢٧٨,٧	٠,٨١٨
٨	٣٢٦,٢	٢٣٠,١	٤٠٠,٧	٠,٨١٤
٩	٣٤١,٥	٢٤٠	٤١٧,٩	٠,٨١٧
١٠	٣٤٢	٢٣٨,٦	٤١٦,٨	٠,٨٢١
١١	٣٣٢,٢	٢٢٩,٤	٤٠٣,٣	٠,٨٢٤
١٢	٣٣٨,٨	٢٣٤,٣	٤١١,٥	٠,٨٢٣
١	٣٣٩,٨	٢٢٨,٧	٤٠١,١	٠,٨٢٢
٢	٣٢٨,٢	٢٢٩,٢	٣٩٩,٥	٠,٨٢٢
٣	٣٢٠,٢	٢٢٣,٨	٣٩٠,١	٠,٨٢١
٤	٢٦٨,٥	١٨٥	٣٢٥,٨	٠,٨٢٤
٥	٢٨٩	١٩٦,٥	٣٥٠,٢	٠,٨٢٥
٦	٢٩٢,٨	١٩٨,٤	٣٥٤,٦	٠,٨٢٥
٧	٢٩٨	٢٠١,٢	٣٦١,٣	٠,٨٢٥
٨	٣٠٧,٨	٢٠٨,٢	٣٧٣,٤	٠,٨٢٤
٩	٣١٠	٢١٣,٢	٣٧٩,٣	٠,٨١٧
١٠	٢٨٦,٩	١٩٧,١	٣٤٧,٥	٠,٨٢٦
١١	٢٦٠,٤	١٨٠,٣	٣١٩.٤	٠,٨١٥

ويكون مقدار الاستعمال الفعلي من القدرة الكلية عبارة عن النسبة بين القدرة الفعالة إلي الكلية وهو ما يعـرف باسم معامل القدرة ، ويعطي الجدول رقم ٣-١ القراءات الحسابية لأحد الأحمال مع تواجد تغير طفيف في قيمة معامل القدرة .كما يلزم التنويه بأن المنحني الحملي هنا يتبع نقاط الحمل الكلي (م.ف.أ.) كقيمـــة مطلقـة حسابية وليست كمتجهات وهو نوع من التقريب ليساعد في فهم الموضوع مع عدم الإخلال في النتـــائج عـن تلك الحقيقية فيما إذا اعتبرت القيم الفعلية باتجاهها ، وتتبع منحني الأحمال الكلية (م.ف.أ.) التعبير الرياضي :

الأحمال الكلية = مجموع القيمة المطلقة اللحظية للحمل الكلي بوحدات م.ف.أ. (٣-٣)

وهكذا نحصل علي قيمة الطاقة المستهلكة والمنتجة من المولدات تبعا للمعادلة :

الطاقة اليومية = مجموع قيمة القدرات الكلية x ٢٤ (٣-٤)

رابعا : أحمال التيار بوحدات الأمبير Loads in Ampere

تمثل وحدات الأمبير الأسلوب الأسهل أمام المتخصصين بالمحطات والتوزيع حيث يهتم العاملون بوحدات الأمبير حتى يظهر أمامهم القرب من تيارات الحمل الأقصى وهذا ما نجده في القراءات التالية الفعلية . وجدير بالذكر أن هذه التيارات عبارة عن متجهات متباينة الاتجاه والزوايا إلا انه يتم وضع المنحني للقيمة المطلقة للتيارات كما سبق التنويه عنه في حالة الأحمال الكلية وهكذا تخضع قيمة الطاقة المستهلكة للقانون :

الطاقة = القيمة الحسابية للتيار x الجهد x الزمن (٢٤ ساعة) (٣-٥)

٣-٢ : الأحمال التوقيتية TIME LOAD CURVES

جدول رقم ٣-٢ (أ) : الأحمال الكلية لمدينة كوي بمصر بوحدات (م. و) خلال الثلث الأول من شهر سبتمبر ١٩٩٩

ساعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١٢	٩٠	٧٠	٨٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٦٠	٨٠
١	٦٠	٨٠	٧٠	٧٠	٦٠	٧٠	٨٠	٧٠	٨٠	٧٠
٢	٥٠	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٦٠	٧٠	٥٠
٣	٤٠	٧٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٥٠
٤	٤٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠
٥	٤٠	٦٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٧٠	٦٠
٦	٤٠	٦٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠
٧	٤٠	٥٠	٤٠	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٥٠	٤٠	٥٠
٨	٤٠	٦٠	٥٠	٤٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٤٠
٩	٦٠	٦٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠	٤٠
١٠	٤٠	٦٠	٤٠	٥٠	٧٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠
١١	٤٠	٦٠	٤٠	٦٠	٧٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠
١٢	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٧٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠
١	٧٠	٦٠	٥٠	٧٠	٧٠	٧٠	٥٠	٦٠	٧٠	٦٠
٢	٦٠	٦٠	٥٠	٧٠	٧٠	٦٠	٥٠	٧٠	٧٠	٦٠
٣	٦٠	٦٠	٥٠	٧٠	٧٠	٦٠	٤٠	٧٠	٧٠	٦٠
٤	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٧٠	٥٠	٦٠	٧٠	٦٠
٥	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٧٠	٤٠
٦	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٧٠	٣٠
٧	٥٠	٢٠	٦٠	٧٠	٤٠	٦٠	٤٠	٧٠	٤٠	٤٠
٨	٧٠	٦٠	٨٠	٦٠	٥٠	٧٠	٥٠	٨٠	٦٠	٥٠
٩	٧٠	٥٠	٨٠	٤٠	٦٠	٨٠	٥٠	٨٠	٦٠	٧٠
١٠	٧٠	٣٠	٨٠	٤٠	٦٠	٨٠	٥٠	٨٠	٦٠	٧٠
١١	٦٠	٥٠	٨٠	٧٠	٨٠	٨٠	٧٠	٨٠	٦٠	٨٠

نزيد من المعني العام لمنحنيات الأحمال فنصل إلي التوزيع التوقيتي المتباين حيث نجد أن الأحمال تتغير من وقـــت إلي آخر ومن زمن إلي غيرة بل ومن موقع إلي ما قد يشابهه شكلا ولكن بأحمال مختلفة ولنفس التوقيت ومـــن هنـــا كان من الضروري التعرض لهذه التقسيمات الزمنية علي النحو المفصل فيما بعد .

أولا : الأحمال اليومية Daily Loads

نبدأ هذه النوعية الأحمال التوقيعية بالمنحني اليومي حيث يكون المدار اليومي (٢٤ ساعة) ممثلا للمحور الزمـــني الأفقي بينما الأحمال بأشكالها الأربع بوحدات م. و أو م. ف. أ. أو م. فار أو الأمبير محددة علي المحور الرأســـي ونأخذ مثالا فعليا كما يدرجه الجدول رقم ٣-٢ (أ ، ب ، ج) حيث يعرض الأحمال اليومية بوحـــــدات (م.و) لمدينة كاملة خلال شهر سبتمبر ١٩٩٩ فكل جدول يعطي القراءات الخاصة بعشرة أيام وبطريقة متتالية .

جدول رقم ٣-٢ (ب) : الأحمال الكلية بوحدات (ميجا وات) في الثلث الأوسط من شهر سبتمبر ١٩٩٩

ساعة	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
١٢	٦٠	٧٠	٦٠	٨٠	٦٠	٦٠	٨٠	٧٠	٦٠	٨٠
١	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٨٠	٧٠	٧٠	٧٠
٢	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠	٦٠
٣	٧٠	٦٠	٧٠	٥٠	٧٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠
٤	٥٠	٥٠	٧٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠
٥	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠
٦	٦٠	٥٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠
٧	٥٠	٥٠	٤٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠	٧٠
٨	٦٠	٦٠	٤٠	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٥٠	٦٠
٩	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
١٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٧٠	٦٠	٥٠	٦٠	٤٠	٦٠
١١	٦٠	٧٠	٥٠	٦٠	٧٠	٦٠	٥٠	٦٠	٤٠	٦٠
١٢	٤٠	٧٠	٥٠	٧٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٧٠	٦٠
١	٤٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠
٢	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠
٣	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٧٠	٤٠	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠
٤	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٥٠	٧٠	٧٠	٧٠	٦٠
٥	٧٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٥٠	٦٠	٧٠	٧٠	٦٠
٦	٧٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٥٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠
٧	٥٠	٤٠	٦٠	٥٠	٥٠	٥٠	٧٠	٦٠	٥٠	٩٠
٨	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٤٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠
٩	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٩٠	٩٠
١٠	٥٠	٦٥	٧٠	٥٠	٦٠	٤٠	٧٠	٦٠	٩٠	٨٠
١١	٧٠	٧٠	٨٠	٨٠	٦٠	٨٠	٨٠	٦٠	٩٠	٨٠

جدول رقم ٣-٢ (ج) : الأحمال الكلية بوحدات (ميجا وات) خلال الثلث الأخير من شهر سبتمبر ١٩٩٩

ساعة	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
١٢	٧٠	٧٠	٨٠	٧٠	٧٠	٦٠	٦٠	٨٠	٧٠	٨٠
١	٨٠	٨٠	٦٠	٩٠	٦٠	٦٠	٨٠	٦٠	٧٠	٦٠
٢	٦٠	٨٠	٦٠	٨٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠
٣	٧٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٤	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٥	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٦	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٧	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٨	٦٠	٤٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠
٩	٦٠	٧٠	٧٠	٥٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠
١٠	٥٠	٥٠	٧٠	٥٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠
١١	٦٠	٦٠	٧٠	٥٠	٦٠	٥٠	٦٠	٥٠	٦٠	٦٠
١٢	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٥٠	٧٠	٦٠	٦٠
١	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠
٢	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠
٣	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٦٠	٧٠	٧٠
٤	٦٠	٥٠	٧٠	٥٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٥٠
٥	٧٠	٥٠	٧٠	٧٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٥٠
٦	٧٠	٦٠	٧٠	٦٠	٦٠	٦٠	٧٠	٧٠	٧٠	٥٠
٧	٨٠	٧٠	٨٠	٨٠	٧٠	٧٠	٨٠	٨٠	٧٠	٧٠
٨	٨٠	٨٠	٩٠	٨٠	٨٠	٧٠	٨٠	٩٠	٧٠	٧٠
٩	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٨٠	٦٠	٨٠	٩٠	٧٠	٨٠
١٠	٨٠	٨٠	٨٠	٧٠	٨٠	٦٠	٨٠	٨٠	٦٠	٨٠
١١	٧٠	٧٠	٨٠	٧٠	٨٠	٥٠	٨٠	٨٠	٧٠	٨٠

أما عن الأحمال الكلية بوحدات الأمبير فقد جاءت في الجدول رقم ٣- ٣ وعن شهر أغسطس ١٩٩٩ حيث يسهل ذلك علي المتخصصين عند القرب من الأحمال القصوى ومن ثم تحديد تلك الزائدة

جدول رقم ٣-٣ (أ) : الأحمال الكلية بوحدات (الأمبير) خلال الثلث الأول من شهر أغسطس ١٩٩٩

ساعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١٢	١٢٨٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٢٤٠	٩٤٠	١١٨٠	١٣٠٠	٦٠	١٢٠٠
١	١٢٦٠	١٢٢٠	١٣٠٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١٢٢٠	١١٤٠	١٢٤٠	١١٨٠	١٣٠٠
٢	١٢٨٠	١١٢٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١١٨٠	١٠٨٠	١١٤٠	١١٦٠	١٣٢٠
٣	١٢٤٠	١٠٨٠	١١٤٠	١١٦٠	١١٨٠	١١٠٠	١٠٢٠	١٠٦٠	١٠٨٠	١٠٨٠
٤	١٢٨٠	١١٠٠	١١٠٠	١٠٨٠	١٠٨٠	١٠٦٠	٩٨٠	٩٨٠	١٠٨٠	١٠٢٠
٥	١١٦٠	١١٠٠	١٠٢٠	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٨٠	٩٨٠	١٠٨٠	١٠٤٠
٦	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٢٠	١٠٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٠٠	٩٨٠	١٠٨٠	٩٨٠
٧	١٠٤٠	١٠٢٠	٩٢٠	١٠٢٠	١٠٦٠	١٠٠٠	١٠٤٠	٩٨٠	١٠٨٠	١١٦٠
٨	١٠٤٠	١٢٦٠	٩٨٠	١١٢٠	١١٢٠	٩٢٠	١٠٦٠	١١٢٠	١١٢٠	١٣٢٠
٩	١٠٦٠	١١٤٠	١٠٤٠	١١٤٠	١١٤٠	٩٨٠	١١٦٠	١٢٢٠	١١٦٠	١٣٤٠
١٠	١١٨٠	١٢٢٠	١٠٤٠	٨٢٠	١١٦٠	١٠٠٠	١٢٠٠	١٢٤٠	١٢٤٠	١٣٨٠
١١	١٣٢٠	١٣٤٠	٧٢٠	٨٢٠	١٢٤٠	١٠٠٠	٦٤٠	١٢٦٠	١٣٠٠	١٣٠٠
١٢	١٣٢٠	١٣٤٠	٧٢٠	٨٠٠	١٢٤٠	١٠٨٠	٦٤٠	١٢٤٠	١٤٢٠	١٢٠٠
١	١٢٦٠	١٣٤٠	٧٢٠	١٢٦٠	١٣٢٠	١١٢٠	٦٤٠	١٢٢٠	١٣٠٠	١٤٠٠
٢	١٢٦٠	١٣٤٠	١١٨٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١١٢٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٤٢٠	١٤٤٠
٣	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١١٢٠	١٣٠٠	١٣٨٠	١٣٦٠	١٣٦٠
٤	١٢٨٠	١١٢٠	١١٨٠	١٣٨٠	١٤٠٠	١٠٠٠	١٢٨٠	١٤٢٠	١٢٨٠	١٢٠٠
٥	١١٢٠	١١٢٠	١١٦٠	١٣٠٠	١٣٢٠	١٠٠٠	١١٦٠	١٤٢٠	٤٠	١٣٢٠
٦	١١٤٠	١١٢٠	١١٦٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٠٠٠	١١٦٠	١٣٤٠	٤٠	١٢٢٠
٧	١١٢٠	١٠٨٠	١١٨٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١٠٤٠	٦٠	١٣٤٠	٢٠	٦٠
٨	١١٤٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٦٠	١٤٠٠	١١٠٠	١٢٠	١٣٦٠	٢٦٠	٦٠
٩	٢٢٠	١٤٠٠	١٢٦٠	١٤٢٠	١٣٤٠	١١٤٠	١٢٠	٦٠	٤٠	١٢٠٠
١٠	٣٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	٢٠	٦٠	٤٠	١٤٦٠
١١	٣٢٠	١٣٤٠	١٣٠٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٣٤٠	٢٠	٤٠	١٤٦٠

يظهر من الجدول الأول أن القراءات تتأرجح تبعا لليوم الذي يتباين فيه الحمل طبقا للتغير في الطبيعة اليومية للأفراد في المجتمع ولذلك تظهر الأيام العشرة التالية في الجدول التالي والعشرة أيام الأخيرة من ذات الشهر في الجدول الذي يليه ، بذلك يتضح أن كافة المعايير لقياس الحمل متاحة وممكنة ويجوز التعامل من خلالها لدراسة الموضوع المناط به .

جدول رقم ٣-٣ (ب) : الأحمال الكلية بوحدات (الأمبير) خلال الثلث الأوسط من شهر أغسطس ١٩٩٩

ساعة	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
١٢	١٢٨٠	١٣٦٠	١٢٦٠	١٢٠	١٣٦٠	١٤٢٠	١٤٢٠	١٤٤٠	١٣٢٠	١٤١٠
١	١٣٠٠	١٢٦٠	١٢٠٠	١١٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٣٠٠	١٣٣٠	١١٨٠	١٣٠٠
٢	١١٤٠	١٢٤٠	١١٤٠	١١٢٠	١١٦٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٨٠	١١٤٠	١٢٢٠
٣	١٠٦٠	١١٤٠	١١٢٠	١٠٨٠	١١٠٠	١١٦٠	١١٢٠	١١٨٠	١٠٨٠	١١٦٠
٤	١٠٤٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٢٠	٩٦٠	١٠٤٠	١٠٤٠	١١٤٠	١٠٦٠	١٠٤٠
٥	١٠٤٠	١٠٦٠	١١٨٠	٩٦٠	٩٦٠	١٠٤٠	١٠٤٠	١٢٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠
٦	١٠٤٠	١٠٦٠	١١٨٠	٩٢٠	٩٦٠	١٠٤٠	١٠٤٠	١٢٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠
٧	١٠٤٠	١١٠٠	٩٨٠	١٠٢٠	٩٦٠	١٠٤٠	١٠٤٠	١٢٢٠	١٠٦٠	١٠٢٠
٨	١١٢٠	١٢٠٠	١٠٢٠	١١٢٠	١٠٨٠	١٢٠٠	١١٢٠	١٢٤٠	١١٨٠	١٠٢٠
٩	١٢٤٠	١٢٦٠	٩٨٠	١١٨٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٣٢٠	١٠٠٠
١٠	١٢٢٠	١٢٤٠	١٠٢٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٣٢٠	١٢٤٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١٠٢٠
١١	١٢٢٠	١٤٠٠	١٠٨٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٣٢٠	١٢٨٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٠٤٠
١٢	١٣٤٠	١٣٢٠	١١٢٠	١٢٨٠	١٢٨٠	١٣٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٣٢٠	١٠٦٠
١	١٢٨٠	١٢٢٠	١٠٨٠	١٢٨٠	١٠٠٠	١٣٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٣٢٠	١١٠٠
٢	١١٦٠	١٤٤٠	١٠٠٠	١٢٨٠	١٠٠٠	١٣٢٠	٩٨٠	١٢٦٠	١٢٢٠	١٠٨٠
٣	١١٦٠	١٣٤٠	١٠٠٠	١٢٦٠	١٠٨٠	١٣٢٠	١٠٢٠	١٢٦٠	١٣٢٠	١١٢٠
٤	١١٦٠	١٣٠٠	١٠٠٠	١٢٦٠	١١٠٠	١٣٠٠	٩٨٠	١٢٦٠	١٣٠٠	١١٢٠
٥	١١٢٠	١٢٤٠	٩٨٠	١٢٢٠	٥٦٠	١٢٢٠	١٠٢٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٠٨٠
٦	١١٢٠	١٢٢٠	١٠٠٠	١٣٠٠	٦٠٠	١٢٢٠	٩٢٠	٤٠٠	١٢٢٠	١٠٤٠
٧	١١٤٠	١٣٠٠	١١٢٠	١٢٦٠	١١٦٠	١١٤٠	٩٨٠	١٠٠	١٢٦٠	١٠٤٠
٨	١٨٠	٢٠	١٢٠٠	١٠٠	٢٠٠	١٤٦٠	٢٠	٦٠	١٢٠	١٣٠٠
٩	١٤٠	٢٠	٤٠	٤٠	١٢٠	١٤٠٠	١٢٠	٢٠	١٠٠	١٣٠٠
١٠	٤٠	٢٠	١٢٠	٨٠	١٠٠	١٤٢٠	١٣٨٠	٠٠	٦٠	١٣٠٠
١١	١٢٨٠	٤٠	١٢٠	٤٠	١٢٠	١٢٨٠	١٤٤٠	٠٠	١٣٠٠	١٢٦٠

وهذه القراءات وإن كانت متكررة مثل سابقتها من الناحية الكمية ومع التباين في التوقيت والتغير تطابق الواقع من حيث التعمير والزيادة السكانية والعمرانية والحركة الصناعية والتكنولوجية المستمرة كما نراه في الأيام العشرة الأخيرة كما جدولت فيما يلي .

جدول رقم ٣-٣ (ج): الأحمال الكلية بوحدات (الأمبير) أواخر شهر أغسطس ١٩٩٩

ساعة	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١
١٢	١١٤٠	١٣٦٠	١٣٢٠	١٣٤٠	١٣٢٠	١٢٤٠	١٤٠٠	١١٨٠	١٣٦٠	١٢٢٠	١٢٢٠
١	١٠٨٠	١٣٠٠	١٣٢٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١٢٦٠	١٤٢٠	١١٢٠	١٧٨٠	١١٦٠	١١٦٠
٢	١٠٨٠	١٢٤٠	١٢٦٠	١٢٤٠	١٢٦٠	١١٦٠	١٢٦٠	١٠٦٠	١١٢٠	١١٢٠	١٢٠٠
٣	١٠٨٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٢٤٠	١٢٤٠	١١٤٠	١١٤٠	١٠٤٠	١٠٦٠	١٠٨٠	١٣٠٠
٤	١٠٢٠	١٢٢٠	١١٤٠	١١٨٠	١١٠٠	١١٨٠	١١٠٠	٩٨٠	١٠٠٠	١٠٦٠	١٠٨٠
٥	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٨٠	١١٢٠	١٢٢٠	١٠٤٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٢٠
٦	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٨٠	١٠٨٠	١٢٢٠	١٠٨٠	١٠٤٠	١٠٦٠	٩٤٠	٩٢٠	١٠٢٠
٧	١٠٢٠	٩٨٠	١٠٢٠	١٢٠٠	١٠٨٠	٩٨٠	٩٤٠	٩٦٠	٩٤٠	٩٢٠	١٠٦٠
٨	١٠٨٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١١٨٠	١١٤٠	١٠٦٠	٩٠٠	٩٨٠	١٠٠٠	١٠٨٠	١١٦٠
٩	١١٦٠	١٣٢٠	١٢٢٠	١٢٤٠	١١٤٠	١١٤٠	٩٠٠	٩٨٠	١٠٠٠	١٢٠٠	١٢٦٠
١٠	١٢٢٠	١٣٤٠	١٢٢٠	١٤٠٠	١٣٤٠	١٢٢٠	٩٠٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٢٦٠
١١	١٢٢٠	١٣٤٠	١٣٨٠	١٤٠٠	١٣٦٠	١٢٢٠	١٠٢٠	١٢٤٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٣٢٠
١٢	٩٦٠	١٤٠٠	١٣٨٠	١٤٠٠	١٣٢٠	١٣٠٠	١٠٢٠	١٢٦٠	١٤٦٠	١٣٠٠	١٤٠٠
١	٩٦٠	١٤٢٠	١٤٢٠	٨٠	١٣٢٠	١٣٠٠	١٠٢٠	١٢٦٠	١٤٠٠	١٢٦٠	١٢٨٠
٢	٩٤٠	١٤٢٠	١٤٦٠	٠٠	١٣٢٠	١٤٠٠	١٠٢٠	١٤٠٠	١٢٤٠	١٣٠٠	١٣٠٠
٣	١٥٠٠	١٤٢٠	١٤٦٠	٠٠	١٣٢٠	١٤٠٠	١٠٢٠	١٤٠٠	١٢٤٠	١٣٦٠	١٣٠٠
٤	١٤٨٠	١٢٨٠	١٣٠٠	٢٠	١٣٢٠	١٣٨٠	١٠٢٠	١٣٢٠	١٢٤٠	١٢٤٠	١٤٠٠
٥	١٣٢٠	١٢٨٠	١٣٠٠	٢٠	١٣٢٠	١٣٨٠	١٠٢٠	١٢٦٠	١١٦٠	١٢٨٠	١٢٨٠
٦	١٢٢٠	١٢٤٠	١٣٠٠	٨٠	١٢٦٠	١٣٨٠	١٠٠٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١١٦٠	١٢٦٠
٧	١٢٨٠	١٢٤٠	٤٠	٨٠	٨٠	٤٠	١٠٨٠	١١٦٠	١١٦٠	١١٦٠	١٣٠٠
٨	٤٠	١٦٠	٤٠	١٢٠	١٢٠	٠٠	١٢٤٠	١١٦٠	١١٢٠	٢٠	٢٠
٩	٨٠	١٠٠	٢٠	٢٠	٦٠	٢٠	١٢٠٠	٤٠	١٥٠٠	٦٠	١٤٠
١٠	٤٠	٠٠	٦٠	٢٠	٢٠	٨٠	١٢٠٠	١٦٠	١٢٦٠	٦٠	٢٠
١١	٤٠	٤٠	٦٠	٢٠	١٢٢٠	١٣٤٠	١١٨٠	١٤٠	١٢٦٠	١١٤٠	١١٤٠

من القراءات السابقة في مجموعتي الجدولين ٣-٢ , ٣-٣ نستطيع دراسة المنحنى وحالة الأحمال الكهربائية لها ونود التأكيد علي أهمية التعامل مع القيمة الأدنى للحمل ومدتها وهي من المعاملات الهامة التي تساعد علي استقرار المولدات في محطات التوليد ولهذا يعرض الجدول رقم ٣-٤ بعض البيانات الأساسية للمنحنيات التي سجلت في الجدول رقم ٣-٢ علي نحو يوضح خواصها .

جدول رقم ٣-٤: البيانات الأساسية لمنحنيات الأحمال الكلية (جدول ٣-٢) خلال شهر سبتمبر ١٩٩٩

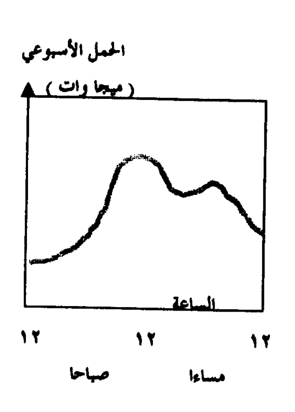
تاريخ	طاقة مستهلكة (م.و.س.)	حمل متوسط (م.و.)	حمل أقصى (م.و.)	حمل أدنى (م.و.)	اليوم الأسبوعي
١	١٣١٠	٥٤,٥٨	٩٠	٤٠	الأربعاء
٢	١٣٦٠	٥٦,٦٦	٨٠	٢٠	الخميس
٣	١٣٤٠	٥٥,٨٣	٨٠	٤٠	الجمعة
٤	١٣٥٠	٥٦,٢٥	٧٠	٤٠	السبت
٥	١٥٠٠	٦٢,٢٥	٨٠	٤٠	الأحد
٦	١٥٧٠	٦٥,٤١	٨٠	٥٠	الاثنين
٧	١٣٧٠	٥٧,٠٨	٨٠	٤٠	الثلاثاء
٨	١٥٢٠	٦٣,٣٣	٨٠	٥٠	الأربعاء
٩	١٥٠٠	٦٢,٥	٨٠	٤٠	الخميس
١٠	١٤٤٠	٦٠	٨٠	٣٠	الجمعة
١١	١٤٢٠	٥٩,١٦	٧٠	٤٠	السبت
١٢	١٤٤٥	٦٠,٢١	٧٠	٤٠	الأحد
١٣	١٤١٠	٥٨,٧٥	٨٠	٤٠	الاثنين
١٤	١٤٩٠	٦٢,٠٨	٨٠	٥٠	الثلاثاء
١٥	١٥٢٠	٦٣,٣٣	٧٠	٥٠	الأربعاء
١٦	١٣٧٠	٥٧,٠٨	٨٠	٤٠	الخميس
١٧	١٥٢٠	٦٣,٣٣	٨٠	٥٠	الجمعة
١٨	١٤٥٠	٦٠,٤١	٧٠	٥٠	السبت
١٩	١٥٣٠	٦٣,٧٥	٩٠	٤٠	الأحد
٢٠	١٦٠٠	٦٦.٦٦	٩٠	٥٠	الاثنين
٢١	١٥٨٠	٦٥,٨٣	٨٠	٥٠	الثلاثاء
٢٢	١٥٦٠	٦٥	٨٠	٤٠	الأربعاء
٢٣	١٦٣٠	٦٧,٩١	٩٠	٥٠	الخميس
٢٤	١٥٥٠	٦٤,٥٨	٩٠	٥٠	الجمعة
٢٥	١٥٦٠	٦٥	٨٠	٦٠	السبت
٢٦	١٤١٠	٥٨,٧٥	٧٠	٥٠	الأحد
٢٧	١٥٥٠	٦٤,٥٨	٨٠	٥٠	الاثنين
٢٨	١٦١٠	٦٧,٠٨	٩٠	٥٠	الثلاثاء
٢٩	١٥٧٠	٦٥,٤١	٧٠	٦٠	الأربعاء
٣٠	١٥٣٠	٦٣,٧٥	٨٠	٥٠	الخميس

ثانيا : الأحمال الأسبوعية Weekly Loads

إذا نظرنا إلي الجدول رقم ٣-٤ حيث البيانات الأساسية للأحمال الكهربائية علي مدي شهر كامل فمنه يمكننا الإطلاع علي بيانات أحد الأيام الأسبوعية فمثلا في أيام الأربعاء من هذا الشهر والتي تتوافق مع التواريخ ١ - ٨ - ١٥ - ٢٢ - ٢٩ نجد الطاقة قد تغيرت بالقيمة من ١٣١٠ إلي ١٥٢٠ ثم ١٥٢٠ إلي ١٥٦٠ وأخيرا ١٥٧٠ بينما القيمة القصوى للحمل في أيام الأربعاء جاءت من ٩٠ إلي ٨٠ إلي ٧٠ إلي ٨٠ ثم ٧٠ والصغرى بين ٤٠ و ٦٠ والقيمة المتوسطة للحمل بين ٥٤,٥٨ و ٦٠ وإن كان التباين قد ظهر جزئيا في بعض هذه القراءات فنجدها في شكل متطور آخر مع أي من الأيام الأخرى في الأسبوع مثل الأحد أو الجمعة أو غيرهما . ومن هنا نجد الحمل الأسبوعي غير ثابت الشكل وعليه يجب الخضوع لبعض المعايير التي نوردها علي النحو التالي:

(أ) منحني الحمل المتوسط الأسبوعي :

يمثل القيمة المتوسطة للأحمال الناتجة في منحني الحمل اليومي خلال الأسبوع وهو ما نحصل عليه من بيانات الجدول رقم ٣-٥ حيث القراءات علي مدار أيام أحد الأسابيع وقد تم حساب القيمة المتوسطة للأحمال خلاله وهو ما يعبر عن المنحني اللازم لدراسة حالة تشغيل الشبكات الكهربية وتحديد الاحتياجات الضرورية لرفع كفاءة التشغيل وإن كان هذا المنحني لا يصلح لأعمال التخطيط والتصميم للمناطق الجديدة ولهذا نحتاج إلي النوع التالي من المنحنيات الأسبوعية وهو الشكل الوارد في الشكل رقم ٣-٣ .



الشكل رقم ٣-٣ :
منحني الحمل المتوسط الأسبوعي

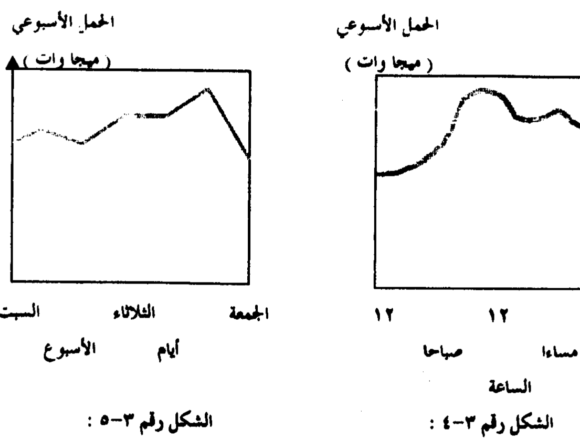
(ب) منحني الحمل الأقصى الأسبوعي

يحدد هذا المنحني القيمة القصوى للأحمال اللحظية خلال الأسبوع وقد وردت القيمة المحسوبة لها في الجدول رقم ٣-٥ في العامود الأخير وقد ورد الشكل رقم ٣-٤ محددا بشكل عام هذا النوع من المنحنيات الأسبوعية ، ويعتبر هذا المنحنى من

المنحنيات الأساسية عند التعامل مع موضوعات التخطيط أو التصميم المستقبلي وكذلك لتحديـــد احتياجـــات المناطق العمرانية الجديدة حيث يعبر عن الحالات القصوى للتحميل الأسبوعي ويدخل فيها الســـلوك المجتمعـــي علي مدار الأسبوع الواحد .

جدول رقم ٣-٥ : الأحمال اليومية (ميجا وات) وعلاقتها بالحمل الأسبوعي

ساعة	سبت	أحد	أثنين	ثلاثاء	أربعاء	خميس	جمعة	متوسط	أقصى
١٢	٤٧	٣٩	٤٨	٤٧	٤٨	٥١	٤٢	٤٦	٥١
١	٤٩	٤١	٥٠	٤٩	٥٠	٥٣	٤٣	٤٧,٧	٥٣
٢	٤٩	٤٠	٥٠	٤٩	٤٩	٥٢	٤٣	٤٧,٤	٥٢
٣	٥٣	٤٢	٥٥	٥٣	٥٤	٥٧	٤٥	٥١,٣	٥٧
٤	٥٢	٤٢	٥٦	٥٢	٥٤	٥٥	٤٣	٥٠,٦	٥٦
٥	٥٣	٤٢	٥٢	٥٣	٥٢	٥٧	٤٣	٥٠,٣	٥٧
٦	٦٠	٤٩	٦٤	٦٠	٦٠	٦٢	٤٩	٥٧,٧	٦٤
٧	٦٤	٥٦	٦٦	٦٤	٦٣	٦٤	٥٥	٦١,٧	٦٦
٨	٧٥	٧١	٧٨	٧٥	٧٩	٦٩	٦٢	٧٢,٧	٧٩
٩	٨٠	٧٩	٨١	٨٠	٨١	٦٨	٦٧	٧٦,٦	٨١
١٠	٨١	٨٢	٨٠	٨١	٨١	٦٦	٦٨	٧٧	٨٢
١١	٨٠	٨٠	٧٩	٨٠	٨٠	٦٦	٦٧	٧٦	٨٠
١٢	٨١	٨٢	٨١	٨١	٨١	٦٧	٦٨	٧٧,٣	٨٢
١	٧٧	٧٧	٧٨	٧٧	٧٨	٦٤	٦٤	٧٣,٦	٧٨
٢	٧٨	٧٩	٧٨	٧٨	٧٨	٦٣	٦٧	٧٤,٤	٧٩
٣	٧٥	٧٥	٧٦	٧٥	٧٦	٦٠	٦٢	٧١,٣	٧٦
٤	٦٩	٦٨	٦٩	٦٩	٦٦	٥٧	٥٧	٦٥	٦٩
٥	٧٠	٦٩	٧٢	٧٠	٧٠	٦٢	٥٧	٦٧,١	٧٢
٦	٧١	٦٩	٧٤	٧١	٧٢	٦٧	٦٠	٦٩,١	٧٤
٧	٧٢	٧٣	٧٥	٧٢	٧٤	٧٢	٦٤	٧١,٧	٧٥
٨	٧٧	٧٤	٧٨	٧٧	٧٨	٨٣	٧٤	٧٧,٣	٨٣
٩	٧٨	٧٣	٨٠	٧٨	٨٠	٨٧	٧٧	٧٧,٦	٨٧
١٠	٧١	٦٥	٧٤	٧١	٧٥	٨١	٦٩	٧٢,٣	٨١
١١	٦٥	٥٧	٦٧	٦٥	٦٩	٧٣	٦١	٦٥,٣	٧٣



الشكل رقم ٣-٥ :
حدود الأحمال القصوى الأسبوعية

الشكل رقم ٣-٤ :
منحنى الحمل الأقصى الأسبوعي

(ج) منحنى حدود الحمل الأقصى الأسبوعي

يعطي هذا المنحنى العلاقة البيانية بين الأيام الأسبوعية وأقصى حمل في كل يوم على حدة معبرا بصورة إحصائية عن الحدود القصوى للأحمال وهي النقاط الحرجة في التشغيل وهي أيضا القيم الحسابية الضرورية عند التصميم أو التخطيط للإضافة (Extension) الكهربية في الشبكة وهكذا يظهر منحنى الأحمال بقيمة متفوقة عن بقية الأيام كما هو معتاد أو متوقع فيجب التعامل مع منحنى واحد ليمثل كل فترة زمنية تحتاج إلى الدراسة ..

ثالثا : الأحمال الشهرية Monthly Load Curve

ننتقل مرة أخرى إلى فترة زمنية أكبر من تلك السابقة ونصل إلى المدى الشهري فتظهر منحنيات الحمل الشهري وهو ما نصبو إليه كخطوة إلى توسيع المدى الزمني ليصل إلى أكبر قدر ممكن ليتيح الفرصة في التخطيط الأمثل ووضع التصميم الأنسب ويعطي الجدول رقم ٣-٦ البيانات الأساسية للأحمال السابقة (جدول رقم ٣-٢)حيث تزيد الفجوة بين التأرجح وتباين القراءات في نطاق أوسع فيحتاج الأمر إلى المزيد من التدقيق فنجد المنحنيات المشابهة لتلك الأسبوعية وقد لخصرها على النحو التالي:

جدول رقم ٣-٦:البيانات الأساسية لمنحنيات الأحمال (جدول رقم ٣-٢)خلال شهر أغسطس ١٩٩٩

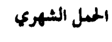
تاريخ	طاقة مستهلكة (ك.ف.أ.س. /ف)	طاقة ضائعة (ك.ف.أ.س. /ف)	طاقة متاحة (ك.ف.أ.س. /ف)	حمل متوسط (أ)	حمل أقصى (أ)	حمل أدنى (أ)	اليوم الأسبوعي
١	٢٤٨٤٠	٦٨٤٠	٣١٦٨٠	١٠٣٥	١٣٢٠	٢٢٠	الأحد
٢	٢٩١٦٠	٤٤٤٠	٣٣٦٠٠	١٢١٥	١٤٠٠	١٠٢٠	الاثنين
٣	٢٦١٨٠	٥٠٢٠	٣١٢٠٠	١٠٩٠,٨	١٣٠٠	٧٢٠	الثلاثاء
٤	٢٧١٦٠	٦٤٤٠	٣٣٦٠٠	١١٣١,٦	١٤٠٠	٨٠٠	الأربعاء
٥	٢٩٨٢٠	٣٧٨٠	٣٣٦٠٠	١٢٤٢,٥	١٤٠٠	١٠٦٠	الخميس
٦	٢٥٦٠٠	٣٦٨٠	٢٩٢٨٠	١٠٦٦,٦	١٢٢٠	٩٢٠	الجمعة
٧	٢١٦٠٠	١٠٥٦٠	٣٢١٦٠	٩٠٠	١٣٤٠	٢٠	السبت
٨	٢٤١٨٠	٨٩٤٠	٣٣١٢٠	١٠٠٧,٥	١٣٨٠	٢٠	الأحد
٩	١٩٨٨٠	١٤٢٠	٣٤٠٨٠	٨٢٨,٣	١٤٢٠	٢٠	الاثنين
١٠	٢٦٧٤٠	٨٣٠٠	٣٥٠٤٠	١١١٤,٢	١٤٦٠	٦٠	الثلاثاء
١١	٢٤٨٦٠	٧٣٠٠	٣٢١٦٠	١٠٣٥,٨	١٣٤٠	٤٠	الأربعاء
١٢	٢٤٨٦٠	٨٧٤٠	٣٣٦٠٠	١٠٣٥,٨	١٤٠٠	٢٠	الخميس
١٣	٢٢٩٨٠	٧٢٦٠	٣٠٢٤٠	٩٥٧,٥	١٢٦٠	٤٠	الجمعة
١٤	٢٢٥٤٠	٨٦٦٠	٣١٢٠٠	٩٣٩,١	١٣٠٠	٤٠	السبت
١٥	٢١٨٦٠	١٠٧٨٠	٣٢٦٤٠	٩١٠,٨	١٣٦٠	١٠٠	الأحد
١٦	٣٠٠٢٠	٥٠٢٠	٣٥٠٤٠	١٢٥٠,٨	١٤٦٠	١٠٤٠	الاثنين
١٧	٢٥٦٢٠	٨٩٤٠	٣٤٥٦٠	١٠٦٧,٥	١٤٤٠	٢٠	الثلاثاء
١٨	٢٣٠٩٠	١١٤٧٠	٣٤٥٦٠	٩٦٢,١	١٤٤٠	٠٠	الأربعاء
١٩	٢٥٨٤٠	٥٨٤٠	٣١٦٨٠	١٠٧٦,٦	١٣٢٠	٦٠	الخميس
٢٠	٢٧١١٠	٦٧٣٠	٣٣٨٤٠	١١٢٩,٥	١٤١٠	١٠٠٠	الجمعة
٢١	٢٣٠٠٠	١٣٠٠٠	٣٦٠٠٠	٩٥٨,٣	١٥٠٠	٤٠	السبت
٢٢	٢٤٤٠٠	٩٦٨٠	٣٤٠٨٠	١٠١٦,٦	١٤٢٠	٠٠	الأحد
٢٣	٢٤٣٠٠	١٠٧٤٠	٣٥٠٤٠	١٠١٢,٥	١٤٦٠	٢٠	الاثنين
٢٤	١٦٧٨٠	١٦٨٢٠	٣٣٦٠٠	٦٩٩,١	١٤٠٠	٠٠	الثلاثاء
٢٥	٢٣٩٨٠	٨٦٦٠	٣٢٦٤٠	٩٩٩,١	١٣٦٠	٢٠	الأربعاء
٢٦	٢٤٧٤٠	٨٨٦٠	٣٣٦٠٠	١٠٣٠,٨	١٤٠٠	٠٠	الخميس
٢٧	٢٥٩٢٠	٧٦٨٠	٣٣٦٠٠	١٠٨٠	١٤٠٠	٩٠٠	الجمعة
٢٨	٢٤٧٠٠	٨٩٠٠	٣٣٦٠٠	١٠٢٩,١	١٤٠٠	٤٠	السبت
٢٩	٢٨٥٨٠	٧٤٢٠	٣٦٠٠٠	١١٩٠,٨	١٥٠٠	٩٤٠	الأحد
٣٠	٢٤٧٠٠	٧٩٤٠	٣٢٦٤٠	١٠٢٩,٢	١٣٦٠	٢٠	الاثنين
٣١	٢٥٩٠٠	٧٧٠٠	٣٣٦٠٠	١٠٧٩,٢	١٤٠٠	٢٠	الثلاثاء

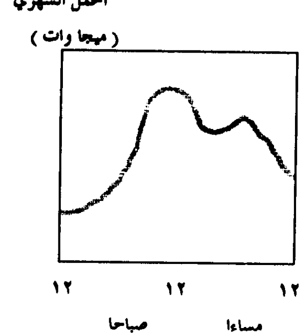
(أ) منحني الحمل المتوسط الشهري

يتشابه هذا المنحني مع المنحني اليومي والمنحني الأسبوعي للحمل المتوسط ويمكن الحصول عليه من المنحني اليومي علي مدار الشهر كاملا كما سبق وقد جدولت هذه القراءات في المجموعتين السابقتين من الجداول وهذا الأسلوب لن يختلف منحني الحمل الشهري المتوسط عن الشكل العام لمنحني الأحمال اليومية المعتاد وهذا نجد الشكل رقم ٣-٦ قد حدد المنظر العام لهذا المنحني وهو ما يهم مراكز التحكم علي الشبكات القومية الموحدة ويمكننا الاعتماد علية في دراسات التشغيل وعمليات التوصيل والفصل المعتادة .

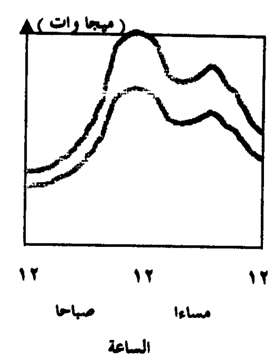
(ب) منحني حدود الحمل الأقصى والأدنى شهريا

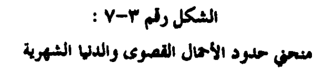
يمثل هذا المنحني الحدود الهندسية لجميع القراءات التي سجلت خلال الشهر بحيث لا توجد قراءه خارج هذا الإطار وهو المبين في الشكل رقم ٣-٧ حيث نجد المدى المتسع بين الحدود في بعض الأحيان وهو ما يحتاج إليه المتخصصون والمصممون لمحطات التوليد والشبكات الكهربية عموما ويعتبر دليلا مرشدا لمهندسي التحكم في مراكز التحكم المختلفة في الشبكة الكهربائية .





الشكل رقم ٣-٦ :
منحني الحمل المتوسط الشهري





الشكل رقم ٣-٧ :
منحني حدود الأحمال القصوى والدنيا الشهرية

(ج) منحني الحدود القصوى للأحمال الشهرية

وهو ما يهم المهندس المصمم في مجال الشبكات الكهربية وكذلك مهندس التخطيط حتى يحدد الاحتياجات الأساسية من قدرات التوليد وإمكانيات نقل الطاقة في الحالات المختلفة ويبين الشكل رقم ٣-٨ الشكل المعتاد لمثل هذا المنحنى مما يساعد على فهم التغيرات المحتملة على هذه القدرات مع المرور الزمني في المستقبل .

الأحمال القصوى (م.و)

١ ١٥ ٣٠

أيام الشهر

الشكل رقم ٣-٨ : منحني الحدود القصوى للأحمال الشهرية

رابعا : الأحمال السنوية Annual Load

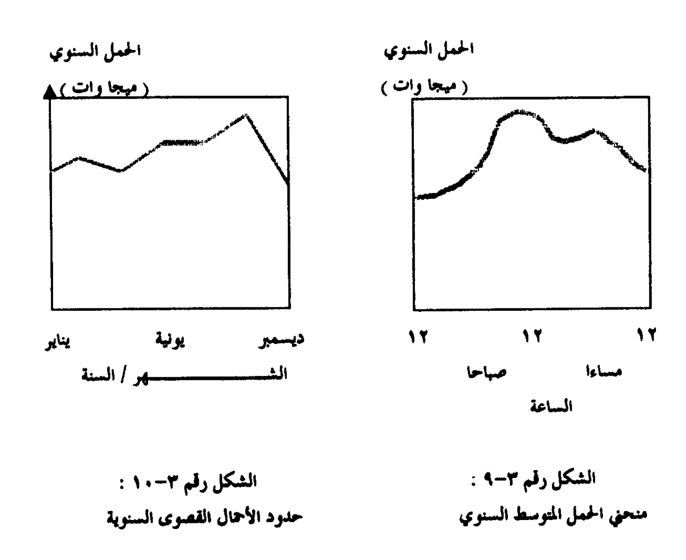
بدأت الأحمال الكهربية تأخذ المعنى الشمولي حيث من المنحنيات اليومية إلي الأسبوعية فالشهرية وأخيرا نصل مع الأحمال السنوية فتتسع الرقعة الزمنية فيرتفع مستوى التباين بين القراءات في منحنيات الأحمال اليومية إلا أنه يمكننا الاعتماد على قيمة الحمل المتوسط السنوي والذي يتحدد بدوره من الحمل المتوسط الشهري كي نستطيع وضع المعايير الهندسية الصحيحة لقدرات التوليد والنقل والتوزيع للطاقة الكهربائية في الشبكة الكهربائية ككل بل وتوزيع قدرات التوليد بين المحطات وبين الوحدات داخل كل محطة وبذلك نضع المنحنيات السنوية للأحمال على المنوال التالي :

١- منحني الأحمال المتوسط السنوي Annual Load Curve

مما ذكر نجد أن الأحمال المتوسطة السنوية هي متوسط الأحمال التي حدثت فعلا في العام كله ويتم حسابها من المنحنى الشهري المتوسط للأحمال وسيصبح هو ذاته و المدار الزمني اليومي (٢٤ ساعة) وهو يعبر بدقة عن الطاقة المستهلكة سنويا ويجعل التعامل مع الأحمال السنوية بشكل مبسط ويقدم الشكل رقم ٣-٩ المنظر العام لمثل هذا النوع من المنحنيات وهو نفسه المنحنى اليومي وكذلك الأسبوعي المتوسط والشهري المتوسط ولكنه أكثر أهمية حيث يتم الحصول منه على المنحنى التالي وهو منحنى التحميل الزمني على المدار السنوي .

٢- منحني التحميل الزمني Load Duration Curve

سبق التعرض لها النوع من المنحنيات في الفصل الثاني من هذا الكتاب وقد جاءت القراءات المحسوبة لأربعة أشكال في الجدول رقم ٢-٢٠ ولكنه قد تم بالنسبة للمرحلة الزمنية اليومية والممثلة في ٢٤ ساعة أما هنا فيصبح الشكل ذاته ولكن علي المدار السنوي أي ٣٦٥ يوما أو للتبسيط يتم التعبير عن المدة الزمنية بالنسبة المئوية من العام لتصل إلي أقصي مسافة زمنية بقدر ١٠٠ % ، وبالرغم من أن هذا المنحنى هام بدرجة كبيرة للعاملين في مجال التخطيط والتصميم للشبكات الكهربائية إلا أننا سوف نحتاج إلي الحدود القصوى للأحمال السنوية علي مدار العام وهي تلك التي تشبه منحنى الحدود القصوى الشهرية ولكننا هنا سوف نتعامل مع المدار الشهري زمنيا (الشكل رقم ٣-١٠) ، أما المنحنى التحميلي الزمني فنراه في (الشكل رقم ٣-١٠) لأنه يتزامن مع المنحنى القادم في البند الثالث .



الشكل رقم ٣-٩ :
منحنى الحمل المتوسط السنوي

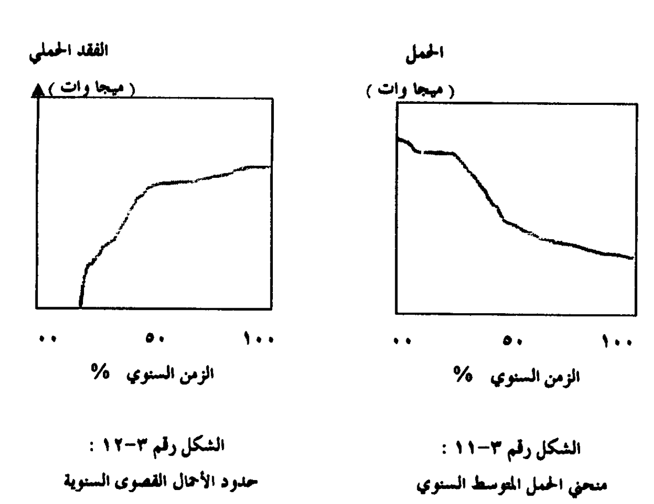
الشكل رقم ٣-١٠ :
حدود الأحمال القصوى السنوية

٣- منحنى الفقد الزمني Loss Duration Curve

يمثل منحنى الفقد الزمني الطاقة المكملة لتلك المتاحة من المنحنى الزمني للحمل حيث تخضع للقاعدة :

مساحة الفقد الزمني + مساحة التحميل الزمني = الطاقة المتاحة (٣-٦)

ويظهر الشكل العام لهذا النوع من المنحنيات في الشكل رقم ٣-١٢ معبرا عن الضرورة الهامة لتقليل هذا الفقد في الشبكة ومحاولة تحويله إلي طاقة نافعة .



الشكل رقم ٣-١١ :
منحني الحمل المتوسط السنوي

الشكل رقم ٣-١٢ :
حدود الأحمال القصوى السنوية

ولا يفوتنا هنا ذكر الأحمال الموسمية **Season Loads** حيث تختلف هذه الأحمال من أحمال صيفية إلي أحمال شتوية فتزيد الأحمال الشتوية بنسبة تتراوح بين ١ — ٧ % تقريبا عن تلك المعتادة صيفا ولهذا نجدهـا تزيد بنسبة غير ثابتة علي مدار اليوم الواحد فليلا يختلف الصباح عن المساء والليل كما تتباين هذه الزيادة من دولة إلي أخري حيث تتدخل الطبيعة والطقس وأسلوب الحياة في هذه النسبة فمثلا في البلاد قارصة البرودة ترتفع هذه النسبة إلي قيمة أكبر بينما في المناطق الاستوائية قد ترتفع في الصيف عن الشتاء نتيجة الحرارة الشديدة صيفا بينما يكون الاعتدال نصيب الطقس شتاءا ولذلك تختلف هذه القاعدة من موقع لآخر ومن قارة إلي غيرها ومن حي لغيره داخل البلد الواحد أيضا .

٣-٣ : تقييم الأحمال load evaluation

تتنوع الأحمال المستخدمة إلي عددا من الأنواع تبعا للحالة التي هي عليها فمن الهام ومن الناحية الأساسية ترتيب الأحمال من حيث التنوع والتفضيل بينها حتى تكون الأفضلية محددة مسبقا فلا تعطي الفرصة للاجتهادات التي قد تصيب أحيانا وقد تخطئ نادرا مما يوجب علي المتخصصين وأهم المهندسين بأن تحدد كل هذه الأنواع مسبقا وبصورة واضحة ، ولذلك نجدها قد رتبت في الصيغة الآتية :

أولا : الأحمال التقليدية Traditional Loads

يدخل في إطار الأحمال التقليدية كل الأحمال العادية والتي ليست لها أية ظروف خاصة من حيث الأهمية فيدخل فيها الأحمال المنزلية والأحمال الخاصة بالصناعات الصغيرة وتلك التي تمد الورش والإضاءة العامة مثل الشوارع وغيرها من الأحمال المتشابهة .

ثانيا : الأحمال الطارئة Emergency Loads

نستطيع وضع الأحمال الطارئة في شكلين تبعا لظروف حدوث الحالة الطارئة وهما :

(أ) الحالات المفاجئة : وهي تلك الحالات التي تحدث إما عن طريق قصر في الشبكة أو أعطال جوهرية مفاجئة أو نتيجة لأخطاء العمل في الصيانة مما يتسبب عنه ضرورة قطع التيار عن بعض الأحمال الهامة مما يضع العملية التشغيلية في وضع قد يكون حرجا من الناحية العملية ومكان الاتزان الكهربي . هنا نحتاج إلي تغذية الأحمال الطارئة الهامة والتي لا يجوز انقطاع التيار عنها مهما كانت الظروف وسوف تظهر هذه الأحمال من حيث درجة الأهمية في البنود التالية .

(ب) الحالات المتوقعة : وتمثل الحالات الروتينية لأعمال الصيانة وكذلك الأعياد والعطلات الرسمية وما يصاحبها من سلوكيات مجتمعية وهنا نستطيع وضع درجة الاستعداد القصوى لمواجهة أية حالات طارئة من النوع السابق فنتعامل معها بسهولة وسرعة .

ثالثا : أحمال متطورة Developed Loads

من الطبيعة المجتمعية التزايد السكاني المستمر والدائم وما ينتج عنه من تخطيط موجه فنضع الأحمال التي تأتي عن أعمال تخطيطية كنوعية من الأحمال المتطورة والتي تزيد بشكل منظم و موقع علاوة علي تلك الأحمال الناتجة عن التوسع العمراني مثل مجتمعات العاشر من رمضان ومدينة السادس من أكتوبر وغيرهما وخصوصا أننا علي دراية كاملة بالأحمال المتواكبة لها إضافة إلي تلك الأحمال المتزايدة بصفة يومية والناتجة عن زيادة عدد المشتركين في الاستهلاك الكهربائي وهي مرتفعة المعدل في المدن عن غيرها من القرى .

رابعا : درجة أهمية الأحمال Load Importance

يتم ترتيب الأحمال تبعا لدرجة أهميتها سواء من جهة الحاجة إليها كما هو الحال في المصانع الكيميائية أو الحديد والصلب أو صهر المعادن عموما أو تبعا لموقع الاستهلاك أو لنوعية العمل البشري من رئاسي إلي سياسي أو شرطي إلي غير ذلك ، فليس من المعقول التعامل مع الأحمال الكهربائية الخاصة بمكتب رئيس الجمهورية مثل تلك المولية أو نضع مكتب المطافي علي قدر الورش الأهلية .

خامسا : الأحمال المكانية Load Site

يمكننا تنويع الأحمال الكهربائية طبقا للمكان الذي تتواجد فية وهذا سبق شرحه باستفاضة في الفصل الأول حيث نسبة تواجد الأحمال القياسية تعمل علي تشكيل منحني الأحمال الكلية وكذلك معدلات النمو الكهربائي لها ولذلك نضع هذه الأحمال المكانية علي المحاور التالية :

١- أحمال مدن (عواصم – صناعية – تجارية – مصايف – مشاتي) مثل أحمال مدينة القاهرة الكبرى كعاصمة أو الإسكندرية كمصيف أو بور سعيد ودمياط كمدينة تجارية أو مدينة التبين ونجع حمادي كمثل في الصناعة

٢- أحمال تعمير (معدل زيادة الأحمال – التصنيع – الزراعة) مثل مشروعات خليج السويس وتنمية سيناء .

٣- أحمال قري (زراعية – صناعات صغيرة – استهلاكية) مثل العوينات ومشروعات تنمية القرية المصرية .

٤- أحمال المناطق النائية (صحراوية – ري – سياحة – تعمير – مشروعات كبري) مثل مشروع توشكي وشرق بور سعيد

سادسا : معامل الترابط الجغرافي للطاقة

Coefficient of Geographic coupling

من الطبيعي أن تندرج العلاقة بين الطاقة الكهربائية والنشاط السكاني في شكل رياضي للتركيز علي عوامل التنمية المباشرة في البلاد عموما ولذلك نجد أن معامل الترابط الجغرافي للطاقة واحدا من هذه المعاملات الأساسية للتعرف علي مدي استغلال الطاقة علي وجه العموم ، ولهذا نضع التعريف الرياضي له في الشكل :

معامل الترابط الجغرافي لموقع ما = (الطاقة المستهلكة بالموقع / الطاقة الكلية بالدولة) ـ عدد السكان بالموقع / إجمالي التعداد)

(٣-٦)

وبناء علي هذا فقد سجل الجدول رقم ٣-٧ هذا المعامل للمحافظات المختلفة في مصر عام ١٩٨٠ مع العلم بأن التعداد السكاني (بوحدات ألف نسمة) يتم كل عشرة سنوات وهو ما يسجل هنا عن العام ١٩٧٦ كما

أن هذا المعامل قد يأخذ الصفة الموجبة أو السالبة بناء علي مستوي الكثافة الاستهلاكية للطاقة في كـــل موقـــع والمسجلة في الجدول بوحدات مليون كيلو وات ساعة .

جدول رقم ٣-٧ : معامل الترابط الجغرافي للطاقة لمحافظات مصر عام ١٩٨٠

المحافظة	الطاقة	نسبة الطاقة	السكان	نسبة السكان	معامل الترابط الجغرافي
القاهرة	٢٨١٢	٢٢,٤	٥٠٨٤	١٣,٩	٨,٥ -
الإسكندرية	١٥٩٩	١٢,٧	٢٢١٩	٦,٣	٦,٤ -
بور سعيد	٨٧	٠,٧	٢٦٣	٠,٧	٠
السويس	٣٩٦	٣,٢	١٩٤	٠,٥	٢,٧ -
الإسماعيلية	٩٨	٠,٨	٣٥٢	٠,٩	٠,١
البحيرة	٤٢٢	٣,٤	٢٥٤٥	٦,٩	٣,٥
دمياط	١٢٠	١	٥٧٧	١,٥	٠,٥
كفر الشيخ	١٢٨	١	١٤٠٣	٣,٨	٢,٨
الغربية	٣٥٣	٢,٨	٢٢٩٤	٦,٣	٣,٥
الدقهلية	٥٩٨	٤,٩	٢٧٣٣	٧,٥	٢,٦
الشرقية	٢٦٢	٢,١	٢٦٢١	٧,١	٥
المنوفية	١٨٠	١,٤	١٧١١	٤,٧	٣.٣
القليوبية	٩١	٠,٧	١٦٧٤	٤,٦	٣,٩
الجيزة	١٠٩٠	٨,٧	٢٤١٩	٦.٦	٢,١ -
الفيوم	٩١	٠,٧	١١٤٠	٢,١	١,٤
بني سويف	٦٦	٠,٥	١١٠٩	٣	٢,٥
المنيا	١٤٩	١,٢	٢٠٥٦	٥,٦	٤.٤
أسيوط	١١٦	٠,٩	١٦٩٥	٤,٦	٣,٧
سوهاج	١١٩	٠,٩	١٩٣٠	٥,٣	٤.٤
قنا	٢٠٢٦	١٦,١	١٧٠٦	٤,٧	١١,٤
أسوان	١٧٤٤	١٣,٩	٦٢٠	١,٧	١٢,٢
البحر الأحمر	٨	٠,٠٦	٧٦	٠,٢	٠,١٤
الوادي الجديد	٤	٠,٠٣	٥٧	٠,٢	٠,١٧
مطروح	٥	٠,٠٤	١١٣	٠,٣	٠,٢٦
سيناء	٢	٠,٠٢	١٠	٠	٠,٠٢ -
إجمالي	١٢٥٦٦	١٠٠	٣٦٦٨١	١٠٠	

وجدير بالذكر أن النمو الاقتصادي الذي تشهده مصر في الفترات الأخيرة يظهر من الجدول التالي رقم ٣-٨ والجدول لنفس القراءات السابقة في عام ١٩٨٦ وتبعا لآخر تعداد وهو في هذه الحالة لذات العام .فهذا المعامل يعبر بجلاء عن تطور الطاقة الكهربية في كل موقع ونسبته إلي الطاقة الكلية بالشبكة الموحدة وهو الموضوع ذو الصلة المباشرة بمنحنى الأحمال ، ومن هذا المنطلق نحتاج إلي دراسة هذا المعامل تحديدا عند التعرض لأمر التخطيط المستقبلي للمجتمعات العمرانية الجديدة كي نضع كل الاعتبارات عند تصميم المحطات المضافة إلي الشبكة ويكون عندئذ مؤسسا علي منحنيات الأحمال وهو ما يعطي لنا الفكرة الجوهرية لأهمية منحنيات الأحمال علي وجه العموم .

جدول رقم ٣-٨ : معامل الترابط الجغرافي للطاقة لمحافظات مصر عام ١٩٨٦

المحافظة	الطاقة	نسبة الطاقة	السكان	نسبة السكان	معامل الترابط الجغرافي
القاهرة	٦١٤٠,٣٢	٢٣,٣٥	٦٠٥٣	١٢,٦	- ١٠,٧٥
الإسكندرية	٣٢٧٠,٧١	١٢,٤٣	٢٩١٧	٦,١	- ٦,٣٣
بور سعيد	٢٣٦,٦	٠,٩	٤٠٠	٠,٨	- ٠,١
السويس	٥٥٨,٣٣	٢,١٢	٣٢٧	٠,٧	- ١,٤٢
الإسماعيلية	٤٢٥,٠١	١,٦	٥٤٤	١.١	- ٠,٥
البحيرة	١٠١٥,٢٣	٣,٨٦	٣٢٥٧	٦,٨	٢٩٤
دمياط	٢٨٥,٥٥	١,٠٨	٧٤١	١,٥	٠,٤٢
كفر الشيخ	٣٢٣,٨٧	١,٢٣	١٨٠٠	٣,٧	٢,٤٧
الغربية	٨٢٢,٤٩	٣,١٣	٢٨٧١	٦	٢,٨٧
الدقهلية	١٢٤٣,٩٨	٤,٧٣	٣٥٠٠	٧,٢	٢,٤٧
الشرقية	٩٥٩,٦٢	٣,٦٥	٣٤٢٠	٧,١	٣,٥٥
المنوفية	٤٥٨	١,٧٤	٢٢٢٧	٤,٦	٢,٨٦
القليوبية	١٣١٣,٨	٥	٢٥١٤	٥,٢	٠,٢
الجيزة	١٦٨١,٣	٦,٣٩	٣٧٠٠	٧.٧	١,٣١
الفيوم	٣٢٥,٩	٠,٨٦	١٥٤٤	٣,٢	٢,٣٤
بني سويف	٢١٤,٨	٠,٨٢	١٤٤٣	٣	٢,١٨
المنيا	٤٧٤,١	١,٨	٢٦٤٨	٥.٥	٣,٧
أسيوط	٤٣٤,٧٧	١,٦٥	٢٢٢٣	٤,٦	٢,٩٥
سوهاج	٤٢٢,٨	١,٦	٢٤٥٥	٥,١	٣,٥
قنا	٣٦٢٣,٤٣	١٣,٧٨	٢٢٥٢	٤,٧	- ٩,٠٨
أسوان	٢٠,٤٠,٨٢	٧,٧٦	٨٠١	١,٧	- ٦,٠٦
البحر الأحمر	٣٦,١٢	٠,١٤	٩٠	٠,٢	٠,٠٦
الوادي الجديد	١٧,٥	٠,٠٦٦	١١٤	٠,٢	٠,١٣٤
مطروح	٢٢,٦	٠,٨٦	١٦١	٠,٣	٠,٢١٤
شمال سيناء	٤٠,٢	٠,١٥	١٧٢	٠,٤	٠,٢٥
جنوب سيناء	٦.٦	٠,٠٢٥	٢٩	٠,١	٠,٠٧٥
الجملة	٢٦٢٩٤,٨٦	١٠٠	٤٨٢٠٥	١٠٠	

الفصل الرابع

توزيــــع الأحمــــال

LOAD DISTRIBUTION

تظهر عملية تشغيل المولدات كواحد من الموضوعات الرئيسية المؤثرة في تشغيل الشبكة الكهربائيـــة لزيـــادة الاعتمادية فيها مما يضع كل المعاملات المتعلقة بتشغيل المولدات علي قمة الأساسيات الـــتي تحـــدد الشـــكل الهندسي لمستوي أداء الشبكات الكهربائية عموما .ولما كانت إجراءات تشغيل المولدات وتوصيلها إلي الشـــبكة أو فصلها عنها تعتمد علي مستوي الأحمال العاملة فيها في تلك اللحظة مما يجعل أسلوب توزيع الأحمال في أوائـــل هذه المؤثرات والتي تحتاج إلي المزيد من التحليل والبحث وصولا إلي التشغيل الأمثل . نضيف علي ما ســـبق أن النظرة إلي دراسة سريان الأحمال تحتاج إلي إضافة توزيع الأحمال من خلال وضع منحنيات الأحمال داخل العمليـة البحثية من أجل الوصول إلي التشغيل الاقتصادي الأمثل للشبكة الكهربائية .

لا يتوقف التشغيل الاقتصادي للشبكة الكهربائية علي مكوناتها فحسب تبعا للعمليات الحسابية المحـــددة لهـــذا الغرض وبالأسلوب المعتاد بل يشمل تكلفة كل المعوقات أو الملحقات والمساعدات اللازمة لأداء هذا التشـــغيل علي الوجه الأمثل فإذا تحدد تشغيل وحدة معينة بعينها في فترة ما فلا بد من أن تكون جاهزة للتشغيل في ذلـــك الوقت أو عند الاحتياج لها ، وهذا التجهيز يمر بالعديد من المراحل المتتابعة خصوصا بالنسبة للمحطات الحراريـــة وبالتحديد في المحطات البخارية وهو الأمر الذي يحتاج إلي الوقت والمجهود والمال مما يرفع التكلفة الكلية لتشـــغيل الوحدة بدرجة غير مدرجة في المعادلات الرياضية المستخدمة وفي البرامج الحاسوبية المتعلقة بهذا الموضوع.

علي الجانب الآخر نجد المحولات الكهربائية قابعة في أماكنها تنتظر التوصيل من خلال المفـــاتيح والســـكاكين الخاصة بها وهو ما يمكن أن يتم فوريا تقريبا وبالمثل خلايا الخطوط والمغذيات .

٤-١ : أسس توزيع الأحمال Distribution Base for Loads

حيث أن الأحمال ليست ثابتة باستمرار لأنها تتغير لحظيا فتسبب تغيرا في كلا من الجهد ومعـــامل القـــدرة ممـــا يضيف من التعقيدات إلي دراسة موضوع سريان الأحمال بالطريقة المثلي خلال القنوات الكهربائيـــة بالشـــبكة الموحدة ومع ذلك فإن العمل علي تشغيل الوحدات أو المحولات وبصورة عامة تحميل مكونات الشبكة يعتمـــد علي أسلوب توزيع هذه الأحمال فيما بينهم وحتى يكون ذلك بطريقة مثلي فإنه يجب أن تتبع العديد من الأســـس والخطوات للتعامل مع عملية توزيع الأحمال طبقا لمنحنيات الأحمال ديناميكية الطابع .

تمثل الذروة الأوقات العصيبة في تشغيل الشبكات الكهربائية عموما حيث تصل الأحمال إلي أقصى قيمـــة لهـــا وعندئذ يقع عبء توزيع هذه الأحمال بين محطات التوليد علي مهندسي مركز التحكم الخاص بتشـــغيل هـــذه

الشبكة ، وهكذا نجد أن توزيع الأحمال يجب أن يتبع أسلوبا علميا ومنظما كي يكون الناتج اقتصاديا من جهة وآمنا من الجهة الأخرى مما يزيد من أهمية دراسة منحنيات الأحمال . وسوف نتطرق إلي هذا الموضوع في نقاط محددة علي النحو التالي :

أولا : أحمال الذروة   Peak Loads

تأتي أهمية وقت الذروة في دراسة منحني الحمل لخطورتها حيث لا يتوقف الأمر علي تشغيل وإعداد وحدات التوليد في محطات القوي الكهربائية بل يمتد إلي محطات المحولات خصوصا إذا كان الحمل هو التيار المقنن (الذروة) وهو ما يحتاج إلي رفع درجة الاستعداد إلي أقصي وضع لمواجهة أية ظروف محتملة أثناء التشغيل وخصوصا في حالات التوصيل والفصل المعتادة أو من أية مؤثرات خارجية ، وقد تصل هذه الحالة الحرجة إلي الأحمال المنقولة عبر الخطوط الكهربائية بين هذه المحطات المختلفة وهو ما يجب وضعه في الاعتبار مسبقا حتى لا تسوء الأوضاع وحفاظا علي كفاءة التشغيل ككل والتي ترتفع درجة الخطورة كلما كانت معدلات زيادة الحمل أو انخفاضه كبيرة عند الذروة تحديدا وهو ما يزيد العبء علي المهندسين في محطات التوليد .

هذه الاحتمالات تعطي الفرصة لوضع هذا الموضوع في إطار محدد في ثلاث نقاط علي النحو المبين فيما يلي :

١- منحنيات الأحمال ذات الذروة الوحيدة Single peak Load Curves

وهذه النوعية من المنحنيات أكثر شيوعا من غيرها في الأحمال الفعلية ولهذا تحتاج لي المزيد من التحليل والبحث ونضعها في عدة معاملات علي النحو المفصل .

(ا) معامل التحميل   **Load Factor**

يمكننا أن نكون أكثر تحديدا عن ذي قبل بحيث نضع معيارين لمعامل التحميل حيث نعطي نقسم اليوم إلي فترتين صباحية ومسائية وكل منهما تستمر ١٢ ساعة ونأخذ من جديد حساب معامل التحميل عن الفترة الصباحية ومعامل التحمل للفترة المسائية (الشكل رقم ٤-١) .

الشكل رقم ٤-١: منحني الأحمال (مساءا/صباحا)

ففي الشكل يظهر مستوي التحميل الصباحي والذي عادة يكون أقل من ذلك المسائي ويفسر ذلك الأرقام التي سجلت في الجدول رقم ٤-١ لبعض منحنيات الأحمال السابق ذكرها في الفصل الثاني من هذا الكتيب وهي الأشكال الأربعة لمنحنيات الأحمال الوارد لها ملخصا بالمعاملات في الجدول رقم ٢-١٠ وهو الأمر الذي يظهر لنا الحاجة الماسة لتعديل المعامل الموحد للتحميل إلي فترتي الصباح والليل منفصلتين كي يصبح في مقدورنا اختيار نوعية الأحمال المطلوب إضافتها كي يرتفع معامل التحميل الكلي خصوصا وأن فترة الذروة كالمعتاد تأتي

في الفترة المسائية مما يلقي الضوء علي الحاجة إلي أحمال صباحية مثل إضاءة الشوارع حتى قبل الفجر (الشـروق) وغيرها من أحمال الخدمات .

جدول رقم ٤-١ : معاملات التحميل الصباحية والليلية واليومية لعدد من منحنيات الأحمال (%)

الشكل	معامل صباحي	معامل مسائي	معامل يومي	نسبة معاملي الصباحي / المسائي
الأول	٦٨,٤٨	٨٣,٦٥	٧٦,٠٦	٨١.٨١
الثاني	٦٦,٩	٧٥,٢٩	٧١,١	٨٨,٨٥
الثالث	٣٤,٥٧	٧٥,٠٦	٥٤,٨٢	٤٦,٠٥
الرابع	٥١,٢٥	٧٨,٢٨	٦٤,٧٦	٦٥,٤٧

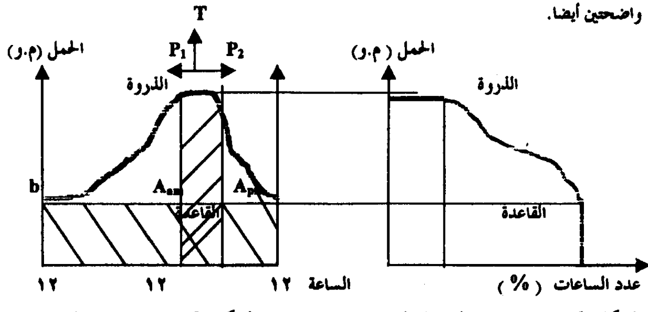
من هذه القراءات نري أن معامل الصباح يقل في المعتاد عن مثيله في المساء غير أن العامود الأخـير يوضـح أن النسبة بينهما تتغير وتتباين حيث ترتفع في الحالتين الأول والثاني بينما تنخفض في الشكلين الثالث والرابع ومـن هذا نتأكد عند إضافة أحمال جديدة أن الاختيار مناسبا لتعديل (أي تحسين) معامل التحميل اليومي .

(ب) النسبة بين طاقتي الذروة والقاعدة (peak/base) energy ratio

جرت العادة علي مقارنة القدرات في أغلب الأحيان ولكننا بصدد المقارنة المباشرة بين الطاقات كمقياس لدرجـة كفاءة استغلال الطاقة الممكنة في محطات التوليد وقد تم تقسيم هذه الذروة علي منحنيا تالأحمال إلي نوعين مـن المنحنيات علي النحو اللاحق :

١- منحني الأحمال وحيد الذروة single peak load curve

ويبين الشكل رقم ٤-٢ منحنى التحميل الزمني ومرادفه منحنى الحمل علي الشكل رقم ٤-٣ والذي يوضـح ما هو المقصود بطاقة القاعدة وكذلك طاقة الذروة وهي ما يمكن أن تظهر في الشـكل ٤-٢ حيـث الحمـا واضحين أيضا.



الشكل رقم ٤-٣: منحنى الحمل

الشكل رقم ٤-٢ : منحنى التحميل الزمني

كما تظهر القراءات الخاصة بمنحنيات الأحمال المبين لها معاملات التحميل عالية في الجدول رقم ٤-٢ حيث نجد أن هذه النسبة كلما اقتربت من الوحدة أضحي المنحني أفضل استغلالا للطاقة الممكن توليدها وهذه النسبة تمت علي وجه التقريب للتوضيح .

جدول رقم ٤ – ٢ : النسبة بين طاقتي الذروة والقاعدة لبعض المنحنيات

الشكل	الحمل الأقصى	مدته	طاقته	حمل القاعدة	طاقتها	نسبة الطاقة
الأول	١٠٠	١	١٠٠	٤٨,١٢	١١٥٤,٨٨	٨,٦٥
الثاني	١٠٠	١	١٠٠	٢٤,١٧	٥٨٠,٠٨	١٧,٢٣
الثالث	١٠٠	١	١٠٠	٢٤,٢٥	٥٧٧,٢	١٧,٣٢
الرابع	١٠٠	١	١٠٠	٣١,١٥	٧٤٧,٦	١٣,٣٧

وكذلك عندما يظهر المنحنى لفترة أطول من الساعة بل مدة طويلة ولكن القيمة ليست هي الأقصى ولكن المجموعة الكلية للقراءات تمثل الذروة لأن الذروة ليست أقصي قيمة فقط بل تمثل كل القيم الكبرى والتي تقترب من هذه القيمة القصوى كما يظهر ذلك من نفس المنحنيات الواردة في الجدول السابق حيث نجد القراءات التقريبية للنسبة بين الطاقتين (ذروة/قاعدة) قد زادت نتيجة هذا الاعتبار (جدول رقم ٤-٣) .

جدول رقم ٤ – ٣ : القيمة التقريبية للنسبة بين طاقتي الذروة والقاعدة للمنحنيات السابقة

الشكل	أحمال ذروة	مدتها	طاقتها	نسبة الطاقة للقاعدة
الأول	٩٤-١٠٠	٧	٦٧٩	٥٨,٧٩
الثاني	٩٨-١٠٠	٢	١٩٨	٣٤,١٣
الثالث	٩٥-١٠٠	٥	٤٨٧,٥	٨٤,٤٥
الرابع	٩٠-١٠٠	٥	٤٧٥	٦٣,٥٣

وتعتبر الطاقة غير المستغلة من المتاحة ضائعة مثل الطاقة الظاهرية في القدرات المختلفة للتيار المتردد وتخضع للمعادلة

الطاقة الكلية = الطاقة المستهلكة + الطاقة الضائعة (٤-١)

أما الطاقة الظاهرية الناتجة عن القدرة الظاهرية والمتعامدة مع تلك الفعالة فتتبع الصورة

الطاقة الكلية المستهلكة = الطاقة الفعالة (م. و. س.) + الطاقة الظاهرية (م.ف.أ.ر.س) (٤-٢)

وتمثل الطاقة الظاهرية الفارق بين الطاقة الكلية والفعالة حيث نجد

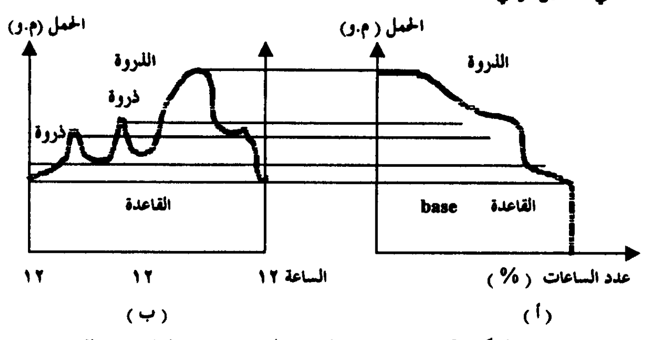
$$\text{الطاقة} = \text{القدرة} \times \text{الزمن} \qquad (٤-٣)$$

والقدرة ذاتها تتبع المعادلات المعروفة لها ككميات متجهة وهي :

$$\text{القدرة الكلية} = \text{القدرة الفعالة} + \text{القدرة الظاهرية} \qquad (٤-٤)$$

٢- منحنيات الأحمال متعددة الذروة multi peak load curves

نجد أن منحني الأحمال قد تتعدد فيه الذروة فقد تتوالى ليلا أو نهارا أو تبادلا بينهما ويظهر في الشكل رقم ٤-٤ منحني الحمل وعه منحني التحميل الزمني الذي لا يمكننا من فهم تواجد تعدد الذروة وبالتالي لابد وأن يكون مصاحبا لمنحني التحميل هذا منحني الأحمال اليومي لتحديد عدد القيم القصوى الموجودة ولها شديد العلاقة مع توليد الطاقة المطلوبة بدءا من تجهيز الوحدات التي تعمل لهذه الفترات معا إذا كانت علي نفس المستوي في منحني التحميل الزمني .



الشكل رقم ٤-٤ : منحني التحميل الزمني ومنحني الحمل متعدد الذروة

وذلك الشكل المزدوج لمنحني الأحمال متعدد الذروة مضافا إلي منحني التحميل الزمني ضروريا للدراسة في مثل هذه الحالات ولا يجوز تجاهله والاعتماد علي منحني التحديل الزمني وحده .

وكلما زادت هذه النسبة كلما كان الاستغلال للطاقة أفضل ويكون التشغيل لوحدات التوليد مستمرا لفترات أطول ويقدم الجدول رقم ٤-٤ حالة المنحني الحملي مزدوج الذروة ويعطي النسبة المطروحة الآن ويبين الجدول النسبة بين طاقتي الذروة الفردية والإجمالية إلي طاقة القاعدة وهو ما يؤكد أن هذه النوعية من الأحمال تعطي استغلالا أحسن عن تلك مفردة الذروة .

جدول رقم ٤– ٤ : النسبة بين الطاقتين للشكل الثاني في الجدول السابق

الذروة	القيمة	مدتها	الطاقة	نسبة الطاقة للقاعدة
الذروة الأعلى	٩٨–١٠٠	٢	١٩٨	٣٤,١٣
الذروة الثانية	٩٢–٩٤	٤	٣٧٤	٦٤,٤٧
إجمالي			٥٧٤	٩٨,٦

كما أنه بالرجوع إلي منحنيات الأحمال في الجدول رقم ٣ –١ والذي يقدم الأحمال الفعالة والظاهرية والكلية لذات الحمل اليومي حيث نجد أن الطاقة الكلية والطاقة الظاهرية قد تم حسابهما كما وردت في الجدول رقم ٤–٥ تأكيدا علي معني الفارق بين الطاقة الظاهرية والطاقة الفعلية أو القدرة الظاهرية ، خصوصا وأن المطلوب هنا استغلال وتعظيم الاستفادة من الطاقة المتاحة في محطات التوليد والموصلة علي الشبكة .

جدول رقم ٤– ٥ : الطاقة الفعالة والظاهرية والكلية المحسوبة

القيمة	الطاقة الفعالة	الطاقة الظاهرية	الطاقة الكلية
المجموع اليومي (م.و)	٦٤٣٠,٥	٤٣٩٧,٢	٧٨١١,٥
مربع الطاقة	٤١٣٥٣٣٠	١٩٣٣٥٣٦٧	٦١٠١٩٥٣٢

ونلاحظ أن الفرق بين النتائج المحسوبة للطاقة الكلية والذي ظهر بالقيمة ٢١,٣٣٣ حيث كانت الطاقة الناتجة من القراءات هي ٧٧٩٠,١٦٦٦ وكان هذا الفارق نتيجة عاملين أولهما تغير معامل القدرة في كل ساعة مما يجعل القراءات في مجملها بصورة تقريبية ويبين ذلك المعادلة الرياضية :

$$\Sigma (P_i)^2 + \Sigma (Q_i)^2 < \Sigma (P_i + Q_i)^2 \quad (4\text{-}5)$$

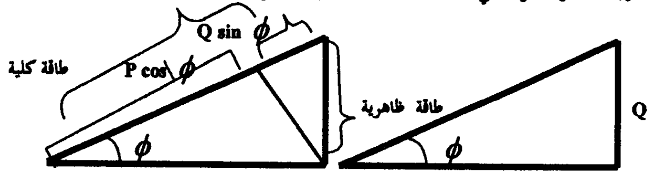
بينما يظهر الفارق الثاني في النوع الحسابي وهو الذي يحتوي قسمين من الأخطاء هما :

(أ) الخطأ المعتاد في العمليات الحسابية سواء كان ذلك مع الحاسب الإلكتروني أو حاسب الجيب أو أي من الأدوات المستخدمة في هذا المجال فمثلا إذا قمنا بعملية حسابية بسيطة بأن نضرب أو نقسم رقمين فنري ٤ مقسومة علي ٣ = ١,٣٣٣ فإذا ضربنا في ٦ كان الناتج هو ٧,٩٩٨ بينما إذا كنا ضربنا أولا ٤ x ٦ لكان الناتج ٢٤ وعندما نقسم علي ٣ فنعطي ٨ وهذا الأسلوب قد يتكرر ويتزايد الخطأ فنعطي نتائج غير صحيحة بالدقة المتوقعة .

(ب) التقريب عند التدوين خصوصا وأن الحاسب يستطيع إعطاء عدد كبير من خانات الكسور إلا إننا لا نستطيع كتابتها في الجدول أو في الرسم وهكذا ولذلك يستخدم مبدأ التقريب.

وجدير بالذكر أن مجموع الطاقتين الفعالة والظاهرية غير جائز خصوصا وأن كل منهما في اتجاه متعامد مع الآخر ومن ثم لا نستطيع جمعهما جبريا بل يكون ذلك بالمتجهات كما يوضحه الشكل رقم ٤–٥ حيث نجد

أنه من الضروري إجراء تحويل كي يصبح كل المتجهات ممثلة في واحدا فقط وهذا ما نحصل عليه إذا تم تحويل القيم إلي اتجاه الطاقة الكلية والتي تأخذ اتجاه القدرة الكلية كما في الشكل (أ) ويتم من خلال إسقاط كلا من الطاقتين الفعالة والظاهرية علي اتجاه الطاقة الكلية بالعامود المبين في الشكل (ب) .



طاقة فعالة P

(ب) مثلث الطاقات (أ) مثلث القدرات

الشكل رقم ٤-٥ : رسم توضيحي لمتجهات الطاقة وإسقاطها علي اتجاه الطاقة الكلية

وهكذا تصبح الطاقة الكلية في اتجاهها محددة بالمعادلة :

$$\text{Total Energy} = E_P \cos(\phi) + E_Q \cos(90 - \phi) = E_P \cos(\phi) + E_Q \sin(\phi) \qquad (4\text{-}6)$$

وهو ما نجده بالأرقام من النتائج المجدولة في الصورة :

$$\text{Total Energy} = 5622.93 + 2475.24 = 8098.17$$

وبالتالي نستطيع الحصول علي قيمة نسبة الفقد بالنسبة بين القيمة المسقطة للجزء الظاهري من الطاقة علي اتجاه الطاقة ذاتها إلي قيمة إسقاط الطاقة الفعالة فعلا في نفس الاتجاه وهي ٣٠,٥ % .

ثانيا : الأحمال الخفيفة Light Loads

تتنوع الأحمال الخفيفة من حيث المعني إلي حالتين تبعا لما هو يتم من تشغيل في الشبكات الكهربائية بناءا علي المنظومة الهندسية المتبعة في هذا الكتب ونضعهما في الشكل التالي :

١- الأحمال الدنيا (**minimum loads**) في منحنيات الأحمال الكلية علي الشبكة الكهربائية إذا ما كان يخص الأحمال الكلية علي الشبكة أو أن تكون أحمالا خفيفة علي المعدة المحددة والمعنية بالحمل زمنيا وتقوم علي تغذيتها بالكمية المطلوبة أو أن تكون هذه الأحمال ذات علاقة مباشرة مع الحمل القاعدي (base) كما هو موضح في الشكل رقم ٤-٣ فنجد من الرسم أن القيمة العددية للطاقة الكهربائية اليومية قد وردت بالصورة :

$$Energy = Power \times Time = 24\,b + (P_1/2 + P_2/2)T - b\,T + A_{am} + A_{pm}$$
$$= 24\,b + (P_1/2 + P_2/2 - b)T + A_{am} + A_{pm} \qquad (4\text{-}7)$$

ومن هذه المعادلة نستطيع الحصول علي قيمة القدرة المتوسطة وهي الحمل المتوسط وذلك بالصيغة :

$$Average\ Power = (1/24)\{ 24b + (P_1/2 + P_2/2 - b)T + A_{am} + A_{pm} \} \qquad (4\text{-}8)$$

وهو ما يضعنا أمام حقيقة واقعية الأحمال الخفيفة ذات علاقة وثيقة بالقيمة المتوسطة للحمل لأن الجزء الأول من المعادلة عادة ما يكون أكبر من أي جزء آخر.

٢- الأحمال الخفيفة علي المعدات داخل الشبكة الكهربائية والتي تنحصر فيما يلي :

(أ) الأحمال الخفيفة علي المولدات:

تتعلق الأحمال الخفيفة علي المولدات (alternators) بتلك الأحمال اللحظية والواقعة علي محطات التوليد وهو ما قد لا يظهر كحد أدنى علي منحنيات الأحمال الكلية ولكنه يتضح عند دراسة منحني الأحمال للمولد تحت الدراسة فيبين أين الحمل الأدنى وهي الحالة التي تمثل الخطورة عند تشغيل المولدات خصوصا إذا ما كانت قريبة من حالة اللاحمل (no load) ما ينعكس علي سرعة المولد وبالتالي علي استقرار تشغيل الشبكة من حيث قيمة الذبذبة (frequency) داخل الشبكة .

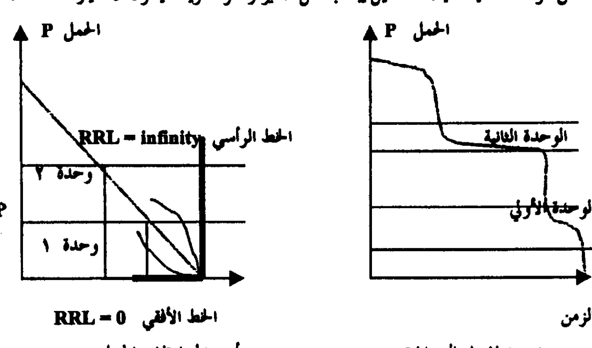
جدير بنا أن نضع الحالات المختلفة لتحميل المولدات وأسلوب التنفيذ والتخطيط لذلك ونفرد لها مكانا مختصرا علي النحو التالي :

١- معدل ارتفاع الحمل Rate of Rise of Load (RRL)

يقدم الشكل رقم ٤-٦ منحني الحمل الزمني في شكله العام حيث يتم توزيع الوحدات عليه لتغذية الأحمال المطلوبة فقد نري أن المنحنى قد أخذ الشكل المستقيم لتسهيل المهمة من جهة وكنوع من التقريب من الجهة الأخرى وهو بذلك يعطي الخط الرأسي لحالة التحميل الفوري حيث تصبح (dP / dt = infinity) ويعطي الخط الأفقي لحالة اللاحمل لمدة زمنية حيث (dP / dt = 0) وهي أخطر الحالات ، ويقع بينهما الحمل الفعلي وكلما أقترب في بداية تشغيل الوحدة من حالة الخط الرأسي كلما كان أفضل حتى لا يقع المولد تحت تأثير السرعة وزيادتها وهو ما يجعل استخدام طرق التحكم في سرعة المولدات أمرا أساسيا حتى لا تزيد الذبذبة عن الشبكة ويحدث الخروج التلقائي للوحدة من التشغيل أو الربط مع الشبكة .

أما الشكل (ب) فيمثل أسلوب الاختيار للوحدات بعد تحديد التشغيل الاقتصادي الأمثل لها تبعا لما هو معروف في هذا المجال وبعد ذلك يلزم بدء التحميل مع معامل RRL بقيمة مرتفعة ثم بعد ذلك لا يهم إذا ما

صغرت أو زادت فترة الوحدة الأولى قد بدأت بهذا الأسلوب ولذلك فإنها تعبر عن الاختيار الصحيح علـــي عكس الوحدة الثانية حيث التحميل يبدأ بمعامل صغير ولفترة طويلة فيكون الاختيار هنا خطأ .



الشكل رقم ٤–٦ : منحنى الحمل الزمني عند تحميل الوحدات

٢– فترة بدء تشغيل الوحدات Starting Time

هذا الموضوع يصبح ذات أهمية بالنسبة للمحطات البخارية تحديدا ففيها يرتفع زمن بدء تشغيل الوحدة لأنـــه يلزم تسخين المازوت كوقود ثم الضخ ثم عملية الاحتراق وما يليها من تبخير للمياه ثم تحميص البخار ثم تجـــهيز التشغيل التوربين والوصول إلي السرعة المحددة ثم إدخال الوحدة علي الشبكة وكل هذه الخطـــوات تســـتغرق الكثير من الوقت والذي يصل إلي عدد من الساعات وهو ما يستدعي الاعتماد علـــي الأســـلوب الـــوارد في النقطة التالية وعدم الاستغناء عن تشغيلها .

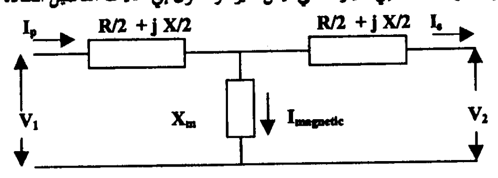
٣– توزيع الأحمال علي التوازي Parallel Distribution of Loads

لتفادي عملية التحميل الخفيف القريب من اللاحمل أو التشغيل بدون حمل عند بداية دخول الوحدة إلي الخدمـــة تتجه العملية التنفيذية إلي إدخال الوحدات قبل الاحتياج لها بحيث تدخل عند وصول الوحدة العاملة إلي حـــدود الحمل الأقصى لها فتتقاسمان الحمل وتكون البداية علي حمل وبذلك نتفادى أخطار البدء سابقة الذكر .

وعلي الجانب الآخر نضيف هنا ضرورة الابتعاد عن حالات التحميل الزائـــد (over loading) إلا عنـــد الظروف القاسية وإذا ما كان ممكنا أسلوبا آخر فيكون الأفضل لسببين هما : البعد عن حالة التشـــغيل الحـــرج وعدم إجهاد المحول فيقصر معه عمره في الخدمة مرورا مع الزمن .

(ب) الأحمال الخفيفة علي المحولات :

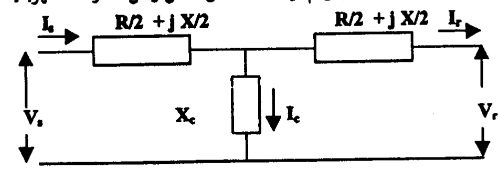
حالات الحمل الخفيف واللاحمل (noload) تثير المشكلات الهندسية في مستوي أداء (performance) الشبكة نتيجة ارتفاع التيارات المغناطيسية (magnetic currents) والإعصارية وما قد يصحب ذلك من أضرار ، خصوصا وأنها تحتوي علي الموجات التوافقية (harmonic waves) والتي تظهر نتيجة لعدم تواجد الصفات الخطية (linear characteristics) في هذه التيارات والفيض المغناطيسي (flux) المسبب لها وهي الممثلة بالفرع المتوسط (shunt branch) حيث تزيد قيمة التيارات فيه عند اللاحمل وكذلك الأحمال الخفيفة . في هذه الحالة يكون تأثير التواجد غير الخطي أكثر بكثير من التأثير الخطي الناتج عن الأحمال ويظهر الفقد أيضا مما يجعل الكفاءة (efficiency) قليلة كهربيا فنحتاج بذلك إلي تواجد الأحمال كي تندثر قيمة التيارات الإعصارية بالنسبة إلي التيار الكلي فيقل تأثيره وتتحول إلي حالات التحميل المعتادة .



الشكل رقم ٤-٧: الدائرة المكافئة للمحولات عند الأحمال الخفيفة

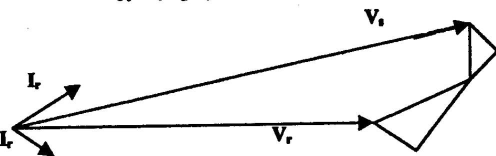
(ج) الأحمال الخفيفة علي الخطوط :

تزداد هذه الحالة خطورة إذا كانت هذه الخطوط الكهربائية طويلة المسافة وهو ما يزيد من قيمة القدرة السعوية (capacitive) بدلا من الحثية (inductive) المعتادة عند الأحمال المتوسطة والعالية فترفع قيمة الجهد علي أطراف النهاية لها إلي حدود فوق مستوي العزل الطبيعي (insulation level) للخط وبالتالي قد تؤدي إلي انهيار (breakdown) العوازل ومن ثم توقف الخط عن العمل ونقل القدرات الكهربائية المطلوبة.



الشكل ٤-٨: الدائرة الكهربائية المكافئة لخط كهربي

يقدم الشكل رقم ٤-٨ الدائرة المكافئة T للخط الكهربائي عند زيادة الطول وظهور السعة التي تسبب ظاهرة فرانتي (Ferranti Effect) حيث يرتفع الجهد عند أطراف الاستقبال (النهاية) (V_r) عن الجهد عند البداية (V_s) مما يسبب انهيارا للعزل في منطقة ارتفاع الجهد عن مستوي العزل الفعلي وهو ما يبين لنا من الشكل رقم ٤-٩ حيث نجد أن جهد الاستقبال (receiving end) يزيد عن الجهد عند أطراف الإرسال (sending end) فنري الجهد في حالة الأحمال الخفيفة أكبر عن جهد الإرسال .



الشكل رقم ٤-٩: الرسم المتجه vector diagram للجهد علي خط كهربي بأحمال خفيفة

وجدير بالذكر أنه يمكن الاستفادة من حالة الحمل الخفيف علي أي من هذه المعدات وذلك عن طريق رفع مستوي التحميل بإضافة أحمال لتخزين المياه في محطات رفع المياه وإعادة الانتفاع بها وقت الذروة لتوليد طاقة هيدروليكية بسيطة والتي تعتبر في هذه الحالة أنها مخزونة .

ثالثا : معامل القدرة *Power Factor*

يعتمد منحني الأحمال في جوهره علي معامل القدرة فنجد تأثيره كبير عند الذروة بينما يتضاءل ذلك مع الأحمال الخفيفة ولذلك يجب الاهتمام به ودراسته وتحديد مستوي التأثير علي الأحمال ولهذا نسرد فيما يلي الحدود الأساسية له في نقاط محددة .

١- أهمية معامل القدرة Importance

يلعب معامل القدرة دورا هاما في التخلص من الفاقد واستعادة الطاقة الضائعة إلي الشبكة مرة أخري كي تستغل في مكان آخر ومن الضروري التعرض لأهم النقاط الجوهرية ونضعها إيجازا كما يلي :

(أ) العيوب Disadvantages

العيوب العامة الأساسية تظهر في ثلاث نقاط هي:

١- رفع تكلفة إنتاج الطاقة

٢- خفض معدل التحكم في الجهد

٣- زيادة الفقد الكهربائي

بينما تتنوع العيوب في إطارها بين طرفي العملية الكهربائية أي بين المستهلك وشركات الكهرباء ، أما عن العيوب الناتجة علي أكتاف المستهلك فنراها:

١- تحميل أعباء مالية (غرامة كبار المشتركين)

٢- استهلاك وتقصير عمر الأجهزة الدوارة

٣- الإضرار بمستوي أداء الأجهزة

وأما عن العيوب التي تخص شركات الكهرباء فتدخل في ثلاث مبادئ هي:

١- تحمل نفقات زائدة لتشغيل المحطات

٢- تقليل القدرة علي سد احتياجات المستهلكين

٣- زيادة أعباء التطوير والتوسع والتجديد بالشبكة

ويرجع انخفاض معامل القدرة إلي عدد من الأسباب تنحصر أيضا بين المستهلك وشركات الكهرباء فالمستهلك يسبب انخفاض هذا المعامل بما يلي:

١- تشغيل موتورات علي أحمال خفيفة

٢- استخدام مصابيح الإنارة التي تعتمد علي تفريغ الغازات

٣- استهانة بعض من صغار المشتركين لعدم وجود شرط جزائي بالغرامة علي وتيرة المتبع مع كبار المشتركين

أما شركات الكهرباء فتتسبب في انخفاض المعامل لسببين هما :

١- عدم تقنين الغرامة لصغار المشتركين إذا انخفض معامل القدرة طرفهم

٢- وجود تيارات توافقية في الشبكة

(ب) أسلوب التحسين Improvement Concept

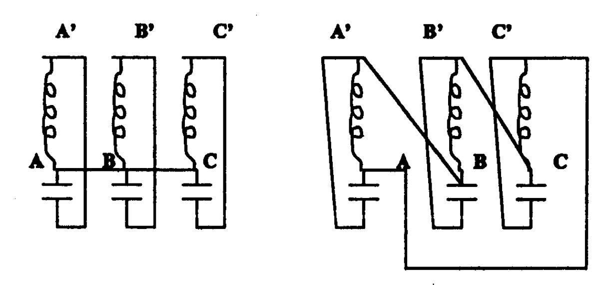
ومن الممكن أن يتحقق من خلال محورين هما :

المحور الأول : تجنب العوامل المسببة لخفض معامل القدرة بالشبكة

•- الابتعاد عن التوسع في استخدام المصابيح الغازية في الإضاءة

•- عدم السماح بالأحمال الخفيفة علي المحولات من أجل تقليل التيارات المغناطيسية وكذلك الماكينات الكهربائية مثل المضخات وضواغط الهواء فيلزم نقل الأحمال الخفيفة وتجميعها علي أحد المعدات كلما أمكن .

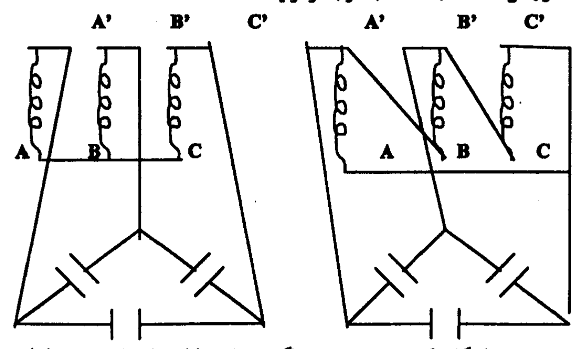
•- عدم الاستعانة بالمحركات التأثيرية



الشكل رقم ٤–١٠ : توصيل المكثفات علي التوازي مع ملفات المحرك

المحور الثاني : الاستعانة بمعدات تساهم في رفع قيمة معامل القدرة

*– تركيب مكثفات علي الشبكة ومنها (مكثفات ثابتة – مكثفات تزامنية – مكثفات تقوية – مقدم الزاوية) ويمكن توصيلها بطريقة فردية لكل معدة أو جهاز كما يمكن تركيبها بصورة جماعية لكل المعـــــدات في الموقـــع الواحد أو يمكن الاستعانة بالمكثفات بأسلوب مركزي .



الشكل رقم ٤–١١ : توصيل المكثفات ثلاثية الطور دلتا علي ملفات المحرك

*– استخدام الآلات المتزامنة في مجال الإثارة

*- الاعتماد علي معدات وأجهزة عالية معامل القدرة مثل المحركات عالية السرعة وكذلك تلك المعدلة بمعامل القدرة عن طريق توصيل مكثفات داخلية مع ملفات المحرك بأسلوب التعويض التوازي سواء كانت الملفات بتوصيلة نجمة أو دلتا (الشكل رقم ٤-١٠) بينما علي الجانب الآخر نستطيع توصيل المكثفات في شكل دلتا ويتم تركيبها علي أطراف ملفات المحرك كما جاء في الشكل رقم ٤-١١ .

٢- تأثير معامل القدرة علي منحنيات الأحمال P. F. Effect on Load Curves

تتأثر منحنيات الأحمال للقدرات الكلية بدرجة كبيرة بمعامل القدرة مما يجب أن نضعه واضحا في صورة المعادلة الرياضية الممثلة لمنحني الأحمال عند الحصول علي الطاقة المستغلة عند الحصول علي الطاقة المستغلة علي النحو

$$\Sigma V_i I_i = V \Sigma I_i \qquad (4\text{-}9):$$

حيث i تأخذ الأرقام من ١ وحتى ٢٤ بعدد الساعات اليومية ونجد أن الجهد متغيرا مع تغير الأحمال إلا إننا نفترض ثبوته بقيمة واحدة وبذلك تظهر قيمة القدرة الفعالة بوحدات م. و. بالصيغة

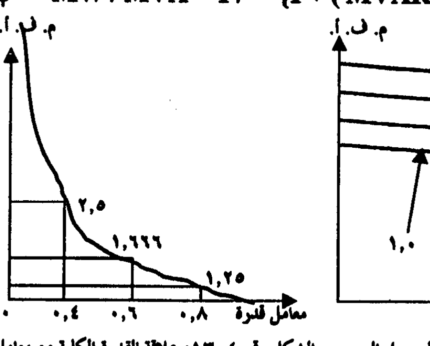
$$MW = V \{ I_1 \cos \varphi_1 + I_2 \cos \varphi_2 + \ldots + I_{24} \cos \varphi_{24} \} \qquad (4\text{-}10)$$

بينما تعبر المعادلة التالية عن القدرة الظاهرية بوحدات م. ف. أ. ر. بالشكل :

$$MVAR = V \{ I_1 \sin \varphi_1 + I_2 \sin \varphi_2 + \ldots + I_{24} \sin \varphi_{24} \} \qquad (4\text{-}11)$$

ومن ثم نحصل علي قيمة معامل القدرة المتوسط اليومي في الصورة :

$$\cos \varphi = MW / MVA = 1 / \sqrt{\{1 + (MVAR/MW)^2\}} \qquad (4\text{-}12)$$



الشكل رقم ٤-١٢: منحنيات التحميل الزمني

الشكل رقم ٤-١٣: علاقة القدرة الكلية مع معامل القدرة

وهو ما يحدد لنا أن معامل القدرة ذات تأثير واضح علي مدي الاستفادة من القدرة المتاحة في محطات التوليد الطاقة وهو ما يوضحه الشكل رقم ٤-١٢ حيث يبين من منحني التحميل الزمني أن معامل القدرة يزيد من القدرة المتاحة والمطلوبة ويستهلكها كلما انخفض هذا المعامل وقد جاءت الأشكال المتعددة مع ثبات قيمة الطاقة الفعالة لحظيا في كل المنحنيات بالشكل . بالإضافة إلي أن القدرة الكلية تعتمد علي معامل القدرة بشكل مباشر كما جاء في الشكل رقم ٤-١٣ حيث يرتفع مقدار القدرة الكلية المطلوبة لذات الحمل مع انخفاض معامل القدرة بشكل متزايد وغير خطي .

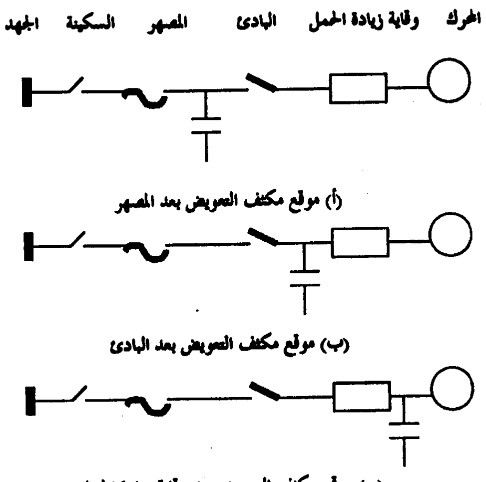
- وجدير بالذكر هنا أن القدرة الفعالة ثابتة للشكلين كما أن التعامل مع معامل القدرة المتوسط كان الأساس في الحسابات والتي رسمت في الشكلين .
- هذا وقد سبق التعرض لموضوع معامل القدرة في الأجزاء السابقة من الكتيب وكل ما نؤكد عليه هو أن هذا المعامل يمثل نوعا جوهريا من التحسين والتطوير في شكل منحنيات الأحمال خصوصا وأنه يتغير لحظيا بطبيعة الحال نظرا للتغير المستمر في نوعية الأحمال التي تدخل أو تخرج من الشبكة الكهربائية فتزيد أو تنخفض قيمته حسب الأحوال وهو ما يحدث فعلا ولذلك فكل ما تم التعامل معه من شرح في هذا الجزء الخاص بمعامل القدرة كان مؤسسا علي معامل القدرة المتوسط وهو بالتأكيد يختلف عن معامل القدرة اللحظي ، كما تزيد أهميته إذا ما انخفض عند الذروة أو عند الأحمال الخفيفة أيضا .

٤-٢ : تصميم الرسم الفردي بمحنيات الأحمال

Single Line Design with Curves

يعتمد التصميم الجيد علي الشكل العام لمنحنيات الأحمال وهذا لا يمكننا التكهن به علي الدوام فقد تتبدل الأحوال أحيانا أو تحدث تغييرات جوهرية في الشبكة الكهربية ولذلك يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند التصميم كل الاحتمالات وما يجد أثناء التشغيل يقع علي عاتق مهندسي التشغيل سواء في المحطة أو في مراكز التحكم المختصة ولهذا يلزم التعامل مع منحنيات الأحمال كواحد من المعاملات الأساسية في عملية تصميم وصلات الربط الكهربائية بين المعدات وملحقاتها داخل المحطات الكهربائية علي وجه العموم وهي ما توضع في شكل رسم كهربي متكامل الأطراف من حيث دخول الطاقة أو خروجها وهو ما يعرف باسم الرسم الفردي للمحطة وتصميمه يدخل في عمليات تحسين المعاملات الخاصة بالتحميل ومنحنيات الأحمال وهو ما سبق توضيحه في الفصول السابقة والحالي . ولذلك يتبع في أسلوب تركيب المكثف التوازي للمحركات موقعا من الثلاث المبينين في الرسم الفردي للدائرة (الشكل رقم ٤-١٤) .

هكذا كان لزاما علينا أن نتوجه إلى مبادئ تصميم الرسم الفردي للمحطات من وجهة نظر الأحمال وبالمعنى الأصح بمنحنيات الأحمال وهي المتغيرة الطابع خطيا علي مدار اليوم ولذلك نضع هذا المحور من التصميم في الشكل الوارد في الفقرات الواردة لاحقا .



(أ) موقع مكثف التعويض بعد المصهر

(ب) موقع مكثف التعويض بعد البادئ

(ج) موقع مكثف التعويض بعد وقاية زيادة الحمل

الشكل رقم ٤-١٤ : أماكن تركيب المكثفات لتعديل معامل القدرة للمحركات

أولا : محطات التوليد *Generating Stations*

يهمنا في محطات التوليد ومن وجهة نظر الأحمال فقط أن توضع الأحمال علي المولدات بشكل اقتصادي ثم بالشكل المحسن ، وعند الحسابات الاقتصادية تأتي المعادلات والحسابات الرياضية لإيجاد الحل الأمثل لسريان الطاقة فيتحدد بناء عليه أي الوحدات لا بد وأن تدخل الخدمة وجدول تشغيلها وفي هذه الحسابات كان يعتبر التيار ثابتا أو في أفضل الظروف تؤخذ القراءات كل فترة زمنية لدراسة السريان الأمثل للأحمال وهنا نضيف أنه من الضروري اعتبار أن التيار متغير خطيا كما ورد في منحنيات الأحمال وهنا يكون الحل الأمثل معتمدا كليا علي منحنى الأحمال الخاص بكل محطة وهنا الحديث عن الوحدات التوليدية وبالتالي يكون القصد بأي الوحدات

تأخذ الأحمال التالية وما هو توقيت دخولها وكل هذا سبق شرحه منفردا ولكننا هنا ندخل بالموضوع متداخلا مع الرسم الفردي للمحطة ولذا يجب أن تضاف المعدات والأدوات التي تتيح لنا فرصة للتنقل بين الوحدات وأن توضع الوحدات البديلة دائما معا في قطاع واحد سواء بصورة مباشرة أو عن طريق مفتاح ربط يعمل عند الضرورة .

ثانيا : محطات تحويل الطاقة Transformer Stations

بنفس الأسلوب السابق تأتي أهمية الرسم الفردي بناء علي منحنيات الأحمال حيث يمكننا تحميل المحول بمجموعة من الأحمال محددة تكون في مجموعها ذات صفات جيدة وأفضل الحالات التي تهم التشغيل في المحول فمثلا لا نترك أحمالا خفيفة لمدد طويلة علي المحول فنقلل التيارات المغناطيسية والفقد التابع له كما يمكننا جمع النوعيات المتباينة في معاملاتها حتى تتحسن الصورة الإجمالية لمنحنيات الأحمال فترتفع الكفاءة في تحميل المحول وهذا نحتاج إلي توزيع الأحمال المطلوب تجميعها في صورة أفضل في جهة واحدة من المحول سواء كان المحول لخفض الجهد أو لرفعه فيكون الناتج العام هندسيا سليما وأفضل .

ما سبق يعني أن المقاطع المختلفة تنفصل أو تتصل بخلايا الربط بينها عند الاحتياج أو أن توضع هذه الأحمال والتي عندما تجمع سويا تتحسن الصورة علي مقطع واحد وتقطع المقاطع باستخدام مفاتيح الربط المختلفة لتحسين مستوى الأداء والتشغيل في الشبكة ممثلا في المعدة التي ترتفع فيها الكفاءة وهي الآن المحول إضافة إلي توفير هذا الفقد والذي قد يتضخم في مجمله علي الشبكة كي تستغل في أحمال أخري قد تحتاجها . ويمكن أن يكون التحسين في معامل التحميل أو في معامل القدرة أو في مستوي تحميل المعدة (مولد أو محول) .

ومن الضروري التأكيد عن أن محطات الربط والتي قد تكون محطات محولات أو مجرد محطة مفاتيح كهربية للربط بين الدول بما تحتويه أيضا من عدادات للقراءات كي تتم المحاسبة المالية بناء علي ذلك تدخل في هذا المجال بحيث أن هذه المحطات تتبع عملية تحسين منحني الأحمال الكلي نتيجة التباين في الأحمال إضافة إلي الفرق الزمني الذي يتيح الفرصة لتحسين خواص منحني الأحمال الكلي ولهذا توضع هذه المحطات داخل المنظومة الخاصة بتحسين معاملات منحني الأحمال .

ثالثا : أهمية توزيع الأحمال Distribution Importance

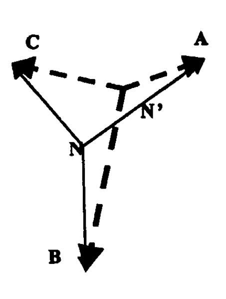
يخضع توزيع الأحمال للأسس السابقة والواردة في بداية هذا الفصل ولذا نضع أهمية هذا التوزيع في محاور رئيسية هي :

المحور الأول : اتزان الأحمال علي الأوجه Load Balance on Phases

تحتاج الشبكة الكهربائية أثناء التشغيل إلي أن تكون متزنة ومستقرة طوال الوقت ولكن عملية توزيع الأحمال علي الأطوار وبينهم البعض تدخل في نطاق عدم الاكتراث أو اللامبالاه أحيانا فينعكس علي اتزان الشبكة ، ومن هنا نري التعرض إلي النوعين الأساسين المسببين للمشكلة هذه في إيجاز من منطلق توزيع الأحمال علي الأطوار Distribution Between Phases وينقسم هذا المبدأ إلي نوعين حسب الأطوار كما يلي :

١- ثلاثي الطور Three Phase

تحتاج إلي تماثل الأحمال خطيا علي الأوجه الثلاث حيث تحصل علي توازن مستمر إلا أنه في شبكات التوزيع حيث المستهلكين نجد أن هذه الأحمال لا يمكن أن تتماثل مما يدعونا إلي التوجه نحو تعديل الانحراف في التماثل حتى نحصل علي قدرات متماثلة وكي تنقل علي نفس المنوال وهذا نجد أن عدم التماثل بين الأوجه الثلاث يؤدي إلي خللا ما في نقطة التعادل وفي توزيع الأحمال كهربيا وميكانيكيا علي المعدات الداخلة في إطار هذه المشكلة (الشكل رقم ٤-١٥) ، ولهذا يمكن التعامل مع منحنيات الأحمال للتخلص من عدم التماثل بوضع الأحمال غير المتماثلة معا بشكل يساعد علي تماثلهم بقدر الإمكان وتعتبر هذه الطريقة من الطرق السهلة البسيطة وغير المكلفة للتوصل إلي الشكل المتماثل في الأحمال علي الشبكة .



الشكل رقم ٤-١٥ :
متجهات الجهد في الحالتين
ـــــــ حالة الاتزان
..... حالة اللا تماثل

٢- أحادي الطور Single Phase

تكمن مشكلة عدم التماثل بين الأوجه الثلاث في التوزيع الحملي علي الطور الواحد حيث نجد أحد الأطوار قد تحمل أكثر من غيره بالكثير وهذا بدوره ينتقل إلي الأحمال ثلاثية الطور مما يزيد من المشكلة ولهذا يمكن دراسة الأحمال الفردية علي الطور الواحد كل علي حدة كي يتم نقل بعض الأحمال من الطور إلي غيرة وصولا إلي التماثل المنشود بين الأطوار جميعا . وهذا أمرا سهلا إذا ما أخذ في الإعتبار منذ البداية في تصميم الشبكات داخل القطاعات الصغيرة مثل الأبنية والمصانع الصغيرة والمكاتب التجارية وغيرهم .

المحور الثاني : تقليل الفاقد الظاهري Reduction of Reactive Effect

ويمكن تحقيق هذا إما عن طريق تحسين معامل القدرة أو بأسلوب التعويض للقدرة الظاهرية ، وبالنسبة إلي تحسين معامل القدرة Improvement of P. F تأتي عملية توزيع الأحمال علي الوحدات العاملة والمحولات

المتواجدة بالخدمة كي تكون كل مجموعة متوازنة في معامل القدرة وهو ما يعني أهمية توزيع الأحمال بين النوعيات المختلفة في معاملات القدرة وليس بالشكل المتوسط بل اللحظي فيجب أن تتوازن الأحمال عند جمعها علي القضبان الكهربائية في بداية كل محطة ومن ثم توزيعها أيضا بنفس الأسلوب وصولا إلي أعلي قيمة لمعامل القدرة ومن ثم أقل قدرات ضائعة وهو الأمر الذي يعتمد علي قانون كيرشوف لمجموع التيارات عند نقطة التوصيل حيث يلزم أن تكون التيارات في مجموعها ذات معامل قدرة عال وبذلك يكون مجموع التيارات التي تعطي معامل قدرة مرتفع لتتجمع سويا علي القضبان أو تغذي محول أو حتي يتم تغذيتها من الوحدة الأصلية في المحطات المختلفة .

11 kV R_1 R_2 R_3 R_4 R_{i+1} R_n

Q_1 Q_2 Q_3 Q_i Q_n

الشكل رقم ٤-١٦ : الدائرة المكافئة لشبكة التوزيع

وإذا ما اتبع هذا الأسلوب فنحصل علي أفضل استغلال ولكن الحالة المثلي هي حالة الرنين resonance حيث يتم تعويض القدرة الظاهرية الحثية بأخري سعوية كي تتزنا سويا ونحصل علي الرنين وهو ما يمكن أن يتم بحالتين وهما

(أ) اما توصيل المكثف علي التوالي في الدائرة فيكون الرنين توالي **series resonance** وهي الحالة التي تأتي بالتوافقيات الثانية **second harmonics** في الشبكة إضافة إلي التكلفة العالية لمثل هذه المكثفات .

(ب) أو أن يتم تركيب المكثفات علي التوازي لنحصل أيضا علي الرنين التوازي **parallel resonance** وهو الأسهل عموما كما جاء في الشكلين رقمي ٤-١٠ و٤-١٢ وكذلك الشكل رقم ٤-١٤ أعلاه كما أنه يتيح الفرصة للفصل أو التركيب حسب الأحوال ولهذا نجد النوع الأخير هو الأكثر شيوعا في الاستخدام ، ويمكننا وضع العلاقة الرياضية الخاصة بالتعويض الأمثل للطاقة الظاهرية في الشبكة الكهربائية بشقين حيث في الشق الأول وهو الجزء الذي يخص المستهلك أي في شبكة التوزيع فنري في الشكل رقم ٤-١٦ الدائرة المكافئة لشبكة التوزيع في صورة عامة سواء كانت الشبكة وحيدة المغذي أو متعددة المغذيات r والمغذي

رقم (i) يشمل (n_i) محول عند كل قضيب كهربي node والرقم (j) وبالتـالي نحصـل علـي القدرة الظاهرية للمكثفات المطلوبة بالشبكة بالمعادلة :

$$Q_{ct} = \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{n_i} Q_{cij} \qquad (4\text{-}13)$$

وبمعرفة جهد القضبان وبفرض ثبات ثمن المكثفات والفقد فيهم وبناء علي طريقة لاجرانج للمعـامـلات غـير المحددة نحصل علي الطاقة المفقودة بالشبكة بدلالة معامل لاجرانج L في الصورة :

$$\begin{bmatrix} R_{1j} & R_{1j} & R_{1j} & R_{1j} \\ R_{1j} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ R_{1j} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ R_{1j} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} & \Sigma R_{ij} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Q_{ij} \\ Q_{ij} \\ \\ \\ \\ Q_{ij} \\ \\ \\ Q_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma\Sigma\, R_{ij} \quad Q_{sj} - LV_o^2\ /2t \\ \Sigma\Sigma\, R_{ij} \quad Q_{sj} - LV_o^2\ /2t \\ \\ \\ \\ \Sigma\Sigma\, R_{ij} \quad Q_{sj} - LV_o^2\ /2t \\ \\ \\ \Sigma\Sigma\, R_{ij} \quad Q_{sj} - LV_o^2\ /2t \end{bmatrix}$$

(4-14)

حيث أن القيمة (R_{ij}) تعني الفقد عند النقطة (i) والمغذي رقم (j) ومن ثم نضع الفـــرض الآتي للطاقة الظاهرية وهو :

$$Q_{dij} = Q_{ij} - Q_{cij}$$

$$g_j = R_1 \left(\Sigma\, Q_{ij} - Q_{ctj} \right) \qquad (4\text{-}15)$$

وبناء علي ذلك نبدأ في الحل للمعادلات السابقة بالصورة

$$
\begin{bmatrix}
R_{1j} & R_{1j} & R_{1j} & R_{1j} \\
0 & R_{2j} & R_{2j} & R_{2j} \\
\cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
0 & 0 & 0 & R_{mj} \\
\cdot & & & \\
0 & 0_{ij} & 0 & R_{nj}
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix}
Q_{d1j} \\ Q_{d2j} \\ \cdot \\ Q_{dmj} \\ \\ Q_{dnj}
\end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}
g_j \\ 0 \\ \cdot \\ 0 \\ \\ 0
\end{bmatrix}
\qquad (4\text{-}16)
$$

وبتقليل عدد المتغيرات في مجموعة المعادلات علي التوالي تتابعا وحتى تصبح قيمة (Q_{cmj}) عند النقطـــة (m) ذات قيمة موجبة وبالتالي تتحول كل القيم السالبة إلي صفرا ونحصل علي المعادلة :

$$(2t/V_o^2) = \Sigma \Sigma R_{ij} Q_{sj} > 0 \qquad (4\text{-}17)$$

بينما يتحدد معامل لاجرانج في هذه الحالة من خلال الصيغة :

$$L_j =(2t/V_o^2)(\Sigma \Sigma R_i Q_{sj} - Q_{ctj} \Sigma R_{ij}) \qquad (4\text{-}18)$$

وبالتالي نحصل علي قيمة الفقد في الطاقة M بالمعادلة

$$M =(t/V_o^2) \Sigma \Sigma R_{ij} [\Sigma (Q_{is} - Q_{cis})]+ [\Sigma \Sigma (Q_{cij} - Q_{ct})] L \qquad (4\text{-}19)$$

وهكذا نصل إلي المعامل g بالشكل :

$$g = [\Sigma \Sigma (Q_{ij} - Q_{ct})] / [\Sigma (1 / R_{i1})] \qquad (4\text{-}20)$$

وبعد هذه العمليات الرياضية نبغي التوصل إلي الحدود الاقتصادية لتركيب المكثفات علي جهد التوزيـــع وهـــو ٣٨٠ ف فنعرف جيدا أن معادلة العكلفة الاقتصادية تتبع الصورة :

$$\text{Cost} = (a + d) K + e (E + E_c) \qquad (4\text{-}21)$$

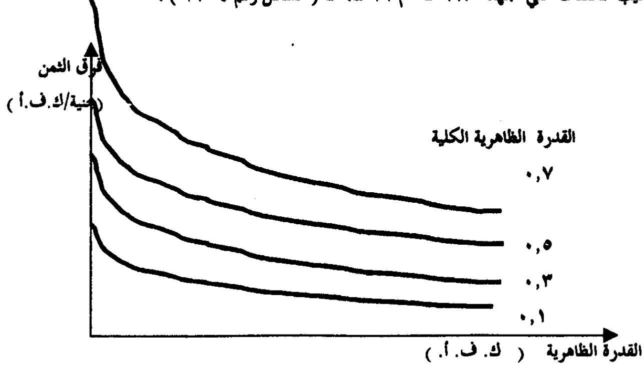
حيث نجد الرموز الواردة وهي (a) تعبر عن معامل الكفاءة ، (d) تعني الصيانة والزيادة الاقتصادية depreciation, (K) تعني تكلفة كلية للمكثفات جميعا ، (e) تساوي سعر الطاقة المفقودة بينما (E_c and E) تشير إلي الطاقة المفقودة في المكثفات وفي الشبكة علي التوالي ، وبهذا نجد التكلفة هي :

$$F = u \Sigma Q_{ci} + H \Sigma q_{ci} + (et/V_o^2)[\Sigma r_i (Q_i - q_{ci})^2 + \Sigma R_i \{\Sigma (Q_s - Q_{cs} - q_{cs})\}^2] \quad (4\text{-}22)$$

حيث نجد المعامل H يتبع المعادلة :

$$H = (a + d) K_o + e t p' \quad (4\text{-}23)$$

ويشير الرمز p' إلي القدرة النوعية المفقودة في المكثفات ذات الجهد ٣٨٠ ف واختصارا لهذه الحسابات التالية نضع النتائج لها في شكل منحني لتوضيح هذه العملية الرياضية ومدي دقتها في تحديد الحدود الاقتصادية لتركيب المكثفات علي الجهد ٣٨٠ ف أم ١١ ك. ف (الشكل رقم ٤-١٧) .



الشكل رقم ٤- ١٧ : العلاقة بين الفرق في ثمن المكثفات علي الجهتين ٠,٤ ، ١١ ك. ف.

وهذا يعود إلي أهمية تحسين معامل القدرة لطرفي العملية الاقتصادية وهما المستهلك وشركات الكهرباء ، أما عن بالنسبة لشركات الكهرباء فتستفيد بالمزايا العديدة ومنها التالية :

١- زيادة القدرة الخدمية المتاحة للمحطات والمعدات

٢- تحسين أداء الشبكة

٣- تقليل الفاقد الفني بالشبكة

٤- إتاحة الفرصة لمشتركين جدد ومصانع حديثة بنفس الطاقة الموجودة .

أما المستهلك فيحصل على المزايا الآتية :

١- التخلص من الغرامة المالية وخصوصا بالنسبة لكبار المشتركين

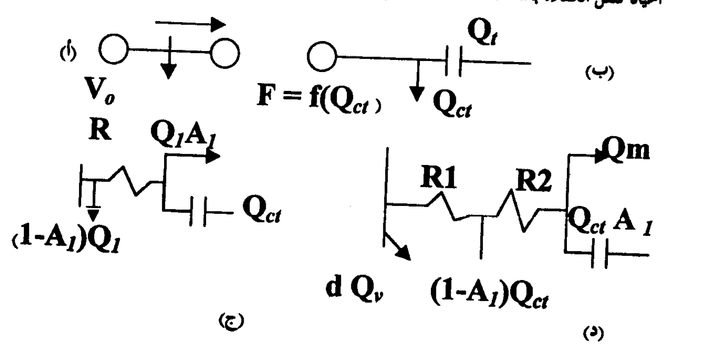
٢- إطالة عمر الأجهزة والأدوات والمعدات الكهربائية

٣- تحسين أداء الأجهزة وهو ما نوضحه في البند التالي .

وجدير بالذكر أن منحنيات الأحمال تتغير باستمرار فيكون فيها تغيرا متلازما للطاقة الظاهرية للمكثفات ولذلك يتم تركيب هذه المكثفات في مجموعات يتم توصيلها وفصلها تبعا لمنحني الأحمال وقد يكون ذلك يدويا أو آليا بل واليوم يتم برمجتها بالحاسب الآلي لتحدد فيها أوقات الفصل أو أحمال الفصل تبعا لمنحني الأحمال الفعلي حتى لا تنعكس الآية وتصبح ضارة بالعزل الكهربي إذا زادت قدرة المكثفات عن الحدود المسموحة .

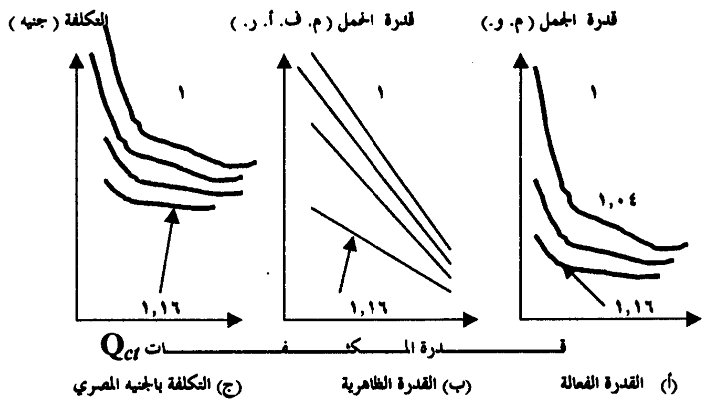
المحور الثالث : رفع كفاءة تشغيل المهمات ***Increase of Equipment Efficiency***

تختص هذه الفقرة بالمولدات والمحولات من حيث أنها تتصف بشكل عام في علاقة الكفاءة لها تشغيلا مع الحمل الواقع عليها أو الذي يمر بها وهنا تظهر أهمية توزيع الأحمال حيث يجب أن تتحمل هذه المعدات بقدر الإمكان بالحمل الذي يزيد من قيمة الكفاءة فمثلا المحول ترتفع كفاءة إنتاج الطاقة عند الأحمال ما يقل قليلا عن الحمل المقنن بينما تقل هذه الكفاءة جدا عند الأحمال الخفيفة ولهذا يلزمنا أن نعمل على أن تتحمل المحولات بنسبة عالية من الحمل على الدوام مع الابتعاد عن الأحمال الخفيفة والمسببة لإظهار الفاقد بنسبة أكبر عن التحميل أحيانا فتقل الكفاءة بشدة .



الشكل رقم ٤-١٨ : الدائرة المكافئة لشبكة النقل الكهربي

هذا يأتي مباشرة بالنسبة إلى شبكة النقل الكهربي وهي التي تخص شركات الكهرباء دون المستهلك ويكون التعويض للطاقة الظاهرية فيها جوهريا ويقع العبء كله علي الشركات ذاتها فنجد علي سبيل المثال الدائرة المكافئة للشبكة في هذه الحالات المحددة بالشكل رقم ٤-١٨ ، حيث تظهر العملية التعويضية من أجل تحسين معامل القدرة بناء علي الأحمال المتواجدة سواء كان هذا التعويض مباشرا أو غير ذلك بما فيها من توزيع القدرة علي جهات أم تركيزها في منطقة واحدة .



الشكل رقم ٤-١٩ : تأثير قدرة المكثفات علي التكلفة والقدرة الفعالة

وبناء علي هذه الدوائر يمكننا التعامل مع الشبكة ككل في صورة مختصرة ونحصل علي التكلفة الاقتصادية لوضع مكثفات لتحسين أداء المهمات العاملة فيها أو عند أطرافها ولذلك نجد الشكل العام للعلاقة بين تكلفة هذه المكثفات وقيمة القدرة الكلية للمكثفات المطلوبة قد جاءت في الشكل رقم ٤-١٩ حيث وضعت العلاقة بين القدرة الفعالة والظاهرية للحمل في الاعتبار وتأخذ التكلفة الكلية الصيغة الرياضية :

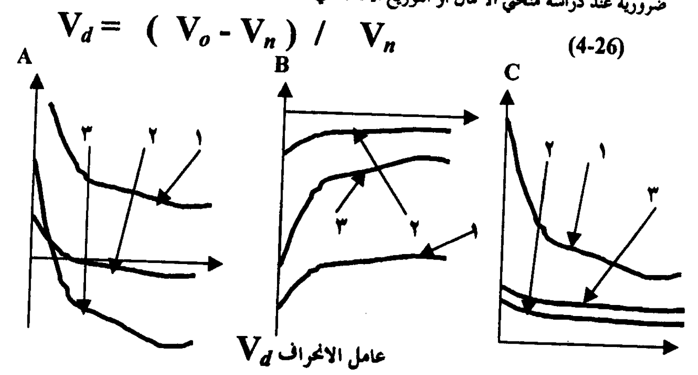
$$F = A_1(V_o)\ Q_{ct}^{2} + B_1(V_o)\ Q_{ct} + C_1(V_o) \qquad (4\text{-}24)$$

كما أن القدرة الكلية للحمل توضع في الصورة الرياضية :

$$P_1 + j\ Q_1 = [A_2(V_o) + j A_3(V_o)]\ Q_{ct}^2 + [B_2(V_o) + j B_3(V_o)]\ Q_{ct} + [C_2(V_o) + j C_3(V_o)] \qquad (4\text{-}25)$$

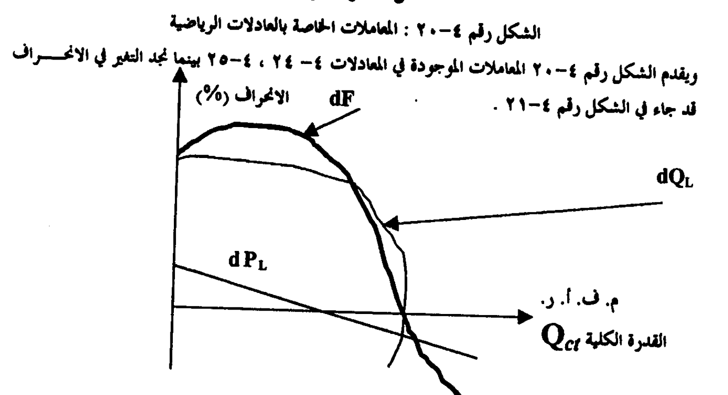
وجدير بالذكر أن الجهد يتغير تلقائيا ولذلك فان التغير في قيمته وهو ما يعني الانحراف بالقيمة للجهد V_d وهـو ما يعني الزحزحة في القيمة عن المقنن V_n وهي قيمة تتغير بصفة دائمة تبعا لتغير منحني الأحمال ومن ثم تكـون ضرورية عند دراسة منحني الأحمال أو التوزيع الاقتصادي للأحمال بالشبكة وهذا الانحراف هو

$$V_d = (V_o - V_n) / V_n \qquad (4\text{-}26)$$



الشكل رقم ٤-٢٠ : المعاملات الخاصة بالعادلات الرياضية

ويقدم الشكل رقم ٤-٢٠ المعاملات الموجودة في المعادلات ٤-٢٤ ، ٤-٢٥ بينما نجد التغير في الانحـــراف قد جاء في الشكل رقم ٤-٢١ .



الشكل رقم ٤-٢١ : الانحراف مع القدرة الإجمالية للمكثفات

ونجد أن معامل الانحراف deviation coefficient لكل المعاملات الموجودة بالمعـــادلتين الســـابقتين بقيمـــة متوسطة قد جدولت في الجدول رقم ٤ – ٦ وذلك باستخدام طريقـــة المربعـــات الصغـــرى minimum quadratic method حيث أن المعامل المتوسط للانحراف mean deviation في هذه القيـــم يشـــير إلي مدي العلاقة التي جاءت في الشكل رقم ٤–٢١ وقد قدم الشكل الانحراف في قيمة كل مـــن التكلفـــة dF والقدرة للحمل سواء الفعالة dP_L أو الظاهرية dQ_L ويبين من الشكل أن التغير بين القدرة الكلية للمكثفـات بوحدات م. ف. أ. ر. لتحسين معامل القدرة وبالتالي مستوي الأداء وبين القدرة الفعالة للحمل يـأخذ التغـير الخطي

جدول رقم ٤–٦ : الانحراف المتوسط في القيم المحسوبة للمعاملات المختلفة الواردة في المعادلتين السابقتين

المعامل	A_1 $(١٠^{-٣})$	A_2 $(١٠^{-٥})$	A_3 $(١٠^{-٣})$	B_1	B_2	B_3	C_1	C_2	C_3
الانحراف المتوسط	١,٣	٧	٠,٦٤	٠,٥٦	٠,١١	٠,٠٨	٢,٧	٠,٤	٢,٩

مما سبق نجد أن العلاقة مباشرة أيضا بين تحسين معامل القدرة والتوزيع الأمثـل لســريان القـــدرة في الشـــبكة خصوصا مع وضع التغير في شكل منحني الأحمال داخل دائرة الاهتمام وفي الحسابات ككل وهذا يظهر بشـــدة عندما يتم توصيل مكثفات لتحسين الأداء وتغير الأحمال كما ظهر من قبل فتنتج مشاكل فنيـــة أخـــري إذا لم ندخل هذا التغير في الاعتبار

٤–٣ : الأحمال التوافقية Harmonic Loads

تظهر الأحمال التوافقية والتي عادة ما تكون ضارة بتشغيل الشبكة مع ظهور الأحمال والمكونات غير الخطية الكهربائية ، هذا يجعلنا نضع هذا الموضوع في صورة متعددة الاتجاهات لتحديد كل المعاني الشاملة له فالأحمال التوافقية لم توضع بعين الاهتمام في دراسة الأحمال الكهربائية بينما تأخذ كل العناية في مجالات عديدة مثل دوائر الوقاية ودوائر التحكم الآلي ، علاوة علي أنها تظهر في دوائر التشغيل مما يلزم معه التعبير عن الموضوع في هذا المحور واستكمال الصورة لمخاطر ومساوئ تواجدها أثناء التشغيل .

وبالرغم من أنها بكافة درجاتها ذات قيمة متضائلة إلا أن العائد عن تواجدها يعطي الكثير من الأضرار فقد تظهر هذه الأحمال ذات الموجات التوافقية في دوائر بها خطأ وحينئذ تعمل الأجهزة مشيرة إلي قراءة قد تبتعد قليلا عن الواقع لهذا السبب ، مع العلم بأن الفارق قد لا يكون كبيرا إلا أنه يبعد التحليلات الهندسية عن الدقة اللازم توافرها للعناية بالشبكة ككل ، ولا يتوقف الأمر عند هذا الحد بل يصل لكل المجالات في إطار الشبكة الموحدة. من هنا علينا الدخول مع موضوع الأحمال التوافقية بشكل عام ومجمل علي النحو الذي نفرد له الجزء التالي من هذا الفصل .

أولا : أسباب الموجات التوافقية Reasons

هناك العديد من الأسباب التي تساعد علي وجود الحمل التوافقي وهي تأخذ طابعين هما ا تشويه في الموجة الجيبية الخاصة بالشبكة بذبذبة ٥٠ هيرتز أو مولدات لهذه الموجات التوافقية وهو ما نستطيع فهمه مما يلي من أسباب :

(أ) مكونات الشبكة components

تتكون الشبكات من العديد من المهمات والمساعدات ففيها يكمن الخطر القادم من الموجات التوافقية ومنها ما يقوم بتوليدها في الشبكة ومنها أيضا ما يتعرض للإجهاد أو الدمار من جراء هذه الأحمال .

١- المكثفات التعويضية علي التوالي Series Condensers

يستعان بالمكثفات التعويضية ذات الطابع بالتوصيل علي التوالي في حالتين بشكل عام مثل بداية عند أطراف محطات التوليد أو في منتصف الخطوط طويلة المسافة كمحطة تعويض لتعديل الخواص إلا أنه مع المكثفات التوالي تظهر الموجات التوافقية الثانية (2nd harmonic) خصوصا وأنها ذات تأثير أكبر علي تشغيل الشبكة أو تحديد الشكل الموجي للذبذبة .

٢- محولات القدرة Power Transformers

نتيجة للتواجد المغناطيسي والفيض المغناطيسي غير الخطي تظهر المركبة الثالثة (3rd harmonic) وهي أكثر النوعيات شيوعا في بالشبكات ولهذا يجنب تجنب تشغيل المحولات علي الأحمال الخفيفة (light loads) لارتفاع نسبة تواجد التيارات غير الخطية في المحول مما يزيد معه تأثير عدم الخطية وتظهر المركبة الثالثة التوافقية وهو أمر غير مرغوب فيه وتضاف حالة ترك المحول بلا أحمال (no load) وهي عاملة بالشبكة .

٣- ملفات التعويض بنهاية خطوط النقل Reactors

يرجع موضوع تأثير الملفات المتواجدة عند نهايات الخطوط الطويلة وتوليدها للموجات التوافقية لتواجد ظاهرة التشبع (saturation) في الشكل العام للفيض المغناطيسي وبذلك يلزم التعامل مع هذه العناصر بأهمية بالغة للتخلص من هذه الموجات التوافقية مثل ما يحدث بالنسبة للمحولات كما ذكر عاليه . .

(ب) الحالات الانتقالية Transient Conditions

تعتبر الحالات الانتقالية من المسببات لتواجد الموجات التوافقية لأنها تشوه الشكل الموجي فينتأ عنه تلك الموجات التوافقية ففي الحالات الانتقالية تظهر ارتفاعات مفاجئة في مقدمة الموجة أو التيار أو الجهد حسب الأحوال مما يخرج الشكل إلي الشكل النبضي وهو ما يحتوي علي العديد من الموجات التوافقية بما فيهم الثالثة وتأتي هذه الحالات إما تبعا للتشغيل المعتاد أو الخاطئ أو لوجود عيوب متراكمة في المهمات داخل الشبكة

(ج) الأحمال غير الخطية Nonlinear Loads

تظهر بعض الأحمال بخواص خاصة جدا ومنها تلك ذات الخواص غير الخطية وهذه الأحمال تتسبب في ظهور التشويه للموجات وهو ما يعني ظهور الموجات التوافقية ويمكن أن تتواجد هذه الأحمال في الكثير من التطبيقات مثل أفران الحديد والصلب والدرفلة وفي الدوائر الإلكترونية وفي بعض المصابيح الكهربائية مثل الفلورسنت والخانق به وغيرهم من الأحمال .

ثانيا : مواقع الموجات التوافقية Locations

من الطبيعي أن تنحصر مواقع الموجات التوافقية في الدوائر المغلقة عليها في الشبكة فمثلا المركبة الصفرية الثابتة تظهر في الدوائر المؤرضة سويا أي تأريض جهتين بعينهما دون البقية من الدوائر الملاصقة وهو الأمر المتبع في عزل التيارات الصفرية في الشبكات وهو ما يقلل من تيارات القصر بصورة ملموسة ،لتكون دوارة بها هذه النوعية مت التيارات التوافقية أو هنا الصفرية وبالمثل نجد أن الموجات التوافقية تدخل في دوائر مغلقة وغيرها من المسببات للظاهرة غير الخطية في نقطتين أساسيتين :

(أ) الملفات ذات التوصيل دلتا Coils in Delta

حيث تعزل هذه الملفات هذه الموجات بداخلها غير أنه تؤثر علي ذات الملفات ولذلك يتم التصميم بناء علي هذا التواجد ومن ثم تتحمل هذه الملفات عبء تخليص الشبكة من الموجات التوافقية وهذا ما يحدث مع المحولات ذات الثلاث ملفات ويستفاد منها في تغذية أحمال خارج الشبكة الرئيسية مباشرة .

(ب) الخطوط الكهربائية بتواجد الكورونا Corona presence

حيث خطوط الجهد العالي والفائق والعاملة بجانب تواجد ظاهرة الكورونا وما تسببه من فقد آخر في الطاقة الكلية المتاحة وما تظهره هذه الظاهرة من إيجابيات في حالات أخري , غير أن أكثر العيوب عنها هي تشويه الموجة الجيبية فتظهر الموجات التوافقية تلقائيا وبذلك تصبح منبعا لها .

ثالثا : السيطرة علي الموجات التوافقية Control

تحتاج إلي أسلوب علمي للتحكم في هذه الموجات وإخراجها من دائرة التشغيل بقدر الإمكان وقد لا نتمكن من ذلك في كل الأوقات ومع ذلك يلزم يجب أن نزيد من رقعة التحكم في هذه الموجات الضارة ويتم ذلـــك مـــن خلال القنوات العلمية التالية :

(أ) الإخماد damping

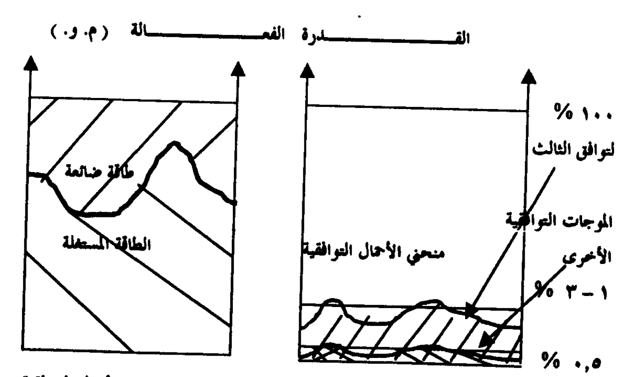
حيث تتوجه الدائرة مباشرة إلي أسلوب محاولة إخماد الموجات التوافقية بسرعة فتتوقف عن التزايد أو الظـــهور أو تقل فترة تواجدها وهو أمر هام ويتأسس عليه الكثير من الأعمال الكهربائية داخل إطار الشبكة الكهربائية .

(ب) العزل isolation

يتم هذا الأسلوب كما سبق بيانه من قبل بحيث يتم عزل المنطقة أو الدائرة أو خلق دائرة خصيصا لها بحيـــث لا تتداخل مع غيرها من الدوائر ذات الصلة أو الاتصال بها .

وبالرغم من تلك الأسس العلمية والمتنوعة وتطبيقاتها المنتشرة إلا أنه كان من الأفضل العمل علي عدم ظـــهور مثل هذه الأحمال التوافقية من الأساس .

رابعا : الطاقة المفقودة في الأحمال التوافقية Harmonic Energy Loss



الشكل رقم ٤-٢٢ : منحني الأحمال لكل من الحمل الفعلي والأحمال التوافقية

الأحمال التوافقية غير ضارة بتشغيل الشبكة بقدر ما تمثله من عبء علي الأحمال الكلية فيها حيث أنها تمتص جزءا من الطاقة مما يتسبب عنه فقدا جديدا في الطاقة الكلية كما يظهر من المعادلة :

الطاقة الإجمالية = الطاقة المستغلة + الطاقة التوافقية + الطاقة الضائعة + الطاقة المفقودة

(٤-٢٧)

وتظهر هذه المركبات المختلفة في المعادلة كما وردت علي الشكل رقم ٤- ٢٢ ونجد أن الطاقة المفقودة تنقسم إلي نوعين كما هي محددة في المعادلة :

الطاقة المفقودة = الطاقة المفقودة فنيا + الطاقة المفقودة الاجتماعية

(٤-٢٨)

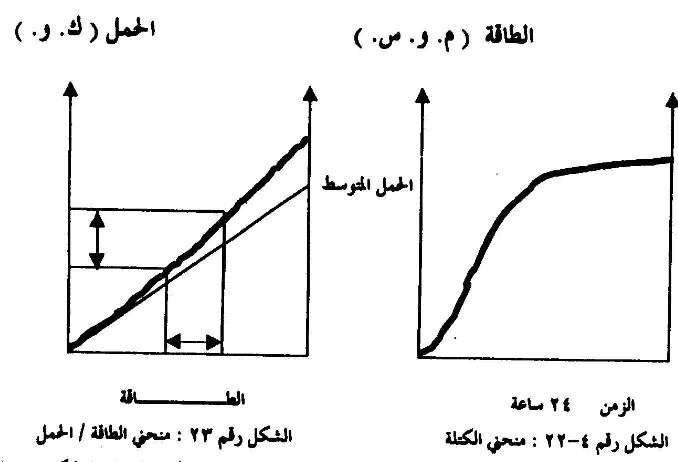
أما الطاقة المفقودة الفنية فيمكننا وضعها بالتعبير الرياضي :

الطاقة المفقودة الفنية = الطاقة الفعالة فنيا (I^2RH) + الطاقة الظاهرية (I^2XH) + الطاقة التوافقية ($\Sigma I_h VH$)

(٤-٢٩)

مما نراه في المعادلة الأخيرة يتضح أن الطاقة التوافقية يجب أن تضاف إلي مجموع الطاقات المفقودة بل ويلزم إدخالها في الحسبان في كل التحليلات الرياضية .

ومادام الحديث عن الطاقة فنشير إلي ما *يسمي منحني الكتلة* (*mass curve*) وهو يمثل الطاقة بالميجاوات ساعة مع عدد الساعات اليومية (الشكل رقم ٤- ٢٣) وهي الطاقة المستهلكة يوميا حتي قيمة الحمل لحظة التحديد وهو نافع جدا للمحطات المائية من أجل قياس معدل سريان الماء **rate of water flow** لإيجاد التخزين المطلوب ، بينما منحني التحميل بالنسبة للطاقة في شكل قطع زائد (الشكل رقم ٤- ٢٤) حيث يتحدد منه قيمة الحمل المتوسط والتي نراها علي الرسم عندما يلتقي المماس للمنحني مع الخط الرأسي عند نهاية الأربعة والعشرين ساعة ، وهو منحني هام لمحطات التوليد المائية من أجل تحديد الطاقة بين مستويين مختلفين للحمل *ويسمي منحني الطاقة مع الحمل* (*energy load curve*)



الشكل رقم ٤-٢٢ : منحني الكتلة

الشكل رقم ٢٣ : منحني الطاقة / الحمل

كما أنه هناك من المعاملات المختلفة المتفق عليها في هذا المجال وهي ما نوردها في نهاية هذا الفصل لتكون محددة لها وفي متناول القارئ ونوردها علي الوجه الآتي :

القدرة المحجوزة Firm Power :

وهي تعني القدرة المحددة للمصنع أو المشترك ومحجوزة له سواء بدأ المصنع في استهلاك الطاقة أم لا ولا يمكن استعمال هذه الطاقة أو القدرة في أي مكان آخر أو لأي عميل ثان وحتى في أوقات الطوارئ .

المخزون البارد Cold Reserve:

هي تلك القدرة المتاحة ولكن هذه القدرة ليست عاملة علي الشبكة ولا تستطيع الانتفاع بها إلا بعد التوصيل للشبكة ، أي أن المولد جاهز للدخول علي الشبكة بهذه القدرة .

المخزون الساخن Hot Reserve

هي تلك القدرة المتاحة من الوحدة لتغذية الشبكة ولكنها غير محملة بها فهي قابعة لحين الحاجة إليها وبالتالي تستطيع العمل وتغذية الحمل مباشرة وتلقائيا بعد توصيلها مع القضبان في الشبكة .

المخزون الجاهز Spiring Reserve

هي تلك القدرة المولدة والمتصلة بالقضبان وجاهزة للتغذية فورا .

الحمل الموصل Connected Load

وهو الحمل الموصل علي الشبكة فعلا .

وأيضا نجد معاملا يستخدم أحيانا في بعض المراجع وهو ما يسمي معامل الانتقال Transition Factor ويتم التعبير عنه بالصيغة :

Transition Factor = (All Energy – base energy – peak energy) / Total energy (4-30)

وكل هذه الأجزاء قد سبق التعرض لها تفصيلا في ذات الفصل أعلاه .

الفصل الخامس

تحليل إحصائي لمنحنيات الأحمال

STATISTICAL ANALYSIS

تلعب الأرقام والمعاملات الإحصائية دورا هاما ليس في المجال التنفيذي فحسب بل في كافة المجالات العلمية والعملية والتجارية والإدارية علي قدم وساق وبنفس المستوي والأهمية ، وتتباين الميادين والأغراض اللازمة للتعامل مع التحليلات الإحصائية من الدراسة والتخطيط إلي الإعداد والأعمال التنفيذية أيضا فأصبحت ذات ضرورة ملحة في الأعمال البحثية مؤخرا ويلجأ إليها العلماء في كافة التخصصات لاستبيان الحقائق العلمية من الملاحظات الكثيرة والجمة كي يصلوا إلي الخلاصة والمفهوم الأساسي لكل من موضوعات الدراسة التي يقومون بها بل ولتحديد الأهداف بشكل صريح ومحدد .

تقوم الأعمال الإحصائية – كما ذكر الآن – بالتحليل الواضح لكل الموضوعات ذات الطابع عديد القراءات وتزداد أهميتها مع تنوع هذه القراءات ولهذا تأخذ الدراسات الإحصائية مكانا بارزا في مجال منحنيات الأحمال وهي تلك ذات الطابع غير الثابت والمتنوع بجانب أنه عديد القراءات فيجب الاعتماد علي بيانات مختصرة صحيحة من وجهة النظر العلمية وتعطي القيمة المناسبة لكل الأرقام الكثيفة كي تصبح الأرقام أكثر فهما وأصلح من الناحية الرياضية للتعامل معها في أية موضوعات أخري فتكون أقل عددا وأفضل وضوحا لمزيد من الرؤية والنفع في أعمال التخطيط والتصميم خصوصا في مجال الشبكات الكهربائية .

٥–١ : القراءات الإحصائية Statistical Measurements

منحنيات الأحمال معروفة بالتغير الدائم وعدم ثبات القيمة اللحظية علي كل المحاور سواء كانت بالنسبة لليوم الواحد أو علي مدار الأسبوع أو حتى الشهر الواحد وهي ليست قيما ثابتة أيضا علي مدار العام كما أنها تتغير تلقائيا علي مدار اليوم نفسه وبذلك يصعب ذكر منحنيا محددا علي وجه الدقة من بينهم جميعا لكي يمثل حالة الحمل في موقع ما بالشبكة أو بصورة إجمالية للأحمال فيها ، ومن هنا أصبحت منحنيات الأحمال عبارة عن قراءات عديدة ولكنها إحصائية الطابع ولهذا فإنها تحتاج إلي التقييم الإحصائي عند دراستها وبالأسس الإحصائية للاعتماد عليها في كل النتائج التي ستدخل فيها مستقبلا وكي تكون بالدقة المناسبة لهذه الأعمال .

هكذا واستكمالا للقراءات التي وردت من قبل في الفصل الثالث (جدول ٣-٣) نضع أحمال الشهر التـــالي (سبتمبر ١٩٩٩) لذات الموقع كما ندونها في الجداول رقم ٥-١ (أ ، ب ، ج) وهي محددة بقيمة الأمبـــير وذلك من أجل مضاعفة الفترة الزمنية للدراسة والتحليل الإحصائي فتصبح علي مدار ٦٠ يوما بدلا من شهرا.

جدول رقم ٥-١ (أ) : الأحمال بوحدات (أ) خلال الثلث الأول من شهر سبتمبر ١٩٩٩

س	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
١٢	١٣٢٠	١٣٢٠	١٣٠٠	١١٤٠	١٠٠٠	١٢٢٠	١٣٨٠	١١٨٠	١٢٢٠	١٢٨٠
١	١٢٦٠	١١٦٠	١٢٠٠	١١٤٠	١٠٨٠	١٢٠٠	١٣٢٠	١٠٦٠	١١٦٠	١٢٠٠
٢	١٢٠٠	١١٦٠	١١٤٠	١١٨٠	١٠٨٠	١١٤٠	١٢٦٠	١٠٦٠	١١٠٠	١٠٨٠
٣	١١٤٠	١١٦٠	١١٠٠	١١٢٠	١٠٤٠	١١٠٠	١٢٤٠	١٠٤٠	١٠٤٠	١٠٨٠
٤	١١٠٠	١١٤٠	١٠٤٠	١٠٨٠	٩٨٠	١٠٢٠	١٢٤٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٨٠
٥	١٠٤٠	١٠٦٠	٩٦٠	١٠٢٠	٩٨٠	٩٨٠	١٢٠٠	١٠٠٠	٩٦٠	١٠٤٠
٦	١٠٤٠	١٠٢٠	٩٠٠	٩٤٠	٩٦٠	٩٨٠	١٢٠٠	١٠٠٠	٩٦٠	١٠٤٠
٧	١٠٤٠	١٠٢٠	٩٠٠	٩٠٠	٩٦٠	٩٨٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٩٦٠	١٠٦٠
٨	١١٦٠	١١٢٠	٩٢٠	١٠٢٠	١١٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	١١٠٠	٩٠٠
٩	١١٦٠	١١٢٠	١٠٤٠	١١٤٠	١٣٠٠	١١٦٠	١١٦٠	١١٦٠	١١٦٠	٩٨٠
١٠	١٣٠٠	١٢٢٠	١٠٠٠	١١٦٠	٧٢٠	١١٦٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٩٨٠
١١	١٣٠٠	١٤٠٠	١٠٢٠	١٢٠٠	٨٠٠	١٢٠٠	٧٢٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٠٠٠
١٢	٨٨٠	١٤٠٠	١٠٢٠	١٢٤٠	٧٦٠	١٣٠٠	٣٠٠	١٢٢٠	١٢٨٠	١٠٤٠
١	٨٢٠	١٣٦٠	١٠٦٠	١٢٦٠	١٤٠٠	١٣٠٠	٤٠٠	١٢٠٠	١٢٨٠	١٠٤٠
٢	٧٨٠	١٤٠٠	١٠٦٠	١٣٢٠	١٣٨٠	١٢٦٠	٣٠٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١٠٢٠
٣	٨٢٠	١٣٤٠	١٠٦٠	١٢٦٠	١٤٢٠	١٣٦٠	٢٦٠	١٢٨٠	١٢٦٠	١٠٤٠
٤	٨٢٠	١٢٨٠	١٠٦٠	١٣٠	١٤٠٠	١٣٠٠	٣٤٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٠٢٠
٥	٨٦٠	١١٢٠	١٠٢٠	١١٤٠	١١٢٠	١١٨٠	٣٦٠	١١٦٠	١٠٨٠	١٠٢٠
٦	٨٦٠	١٢٠٠	١٠٢٠	١١٨٠	١١٢٠	١١٨٠	٦٠	١١٦٠	١٠٨٠	١٦٠
٧	٨٦٠	٦٠	١١٨٠	١١٨٠	٤٠	١٣٦٠	٤٠	١١٨٠	١٢٠	١٢٠
٨	١٠٨٠	٨٠	١٢٦٠	٢٠	١٦٠	١٣٨٠	٠٠	١٣٠٠	١٦٠	٦٠
٩	١٠٠٠	٢٦٠	١٢٠٠	٠٠	١٦٠	١٤٨٠	٤٠	١٣٠٠	١٠٠٠	١٠٠
١٠	١٠٠٠	١٦٠	١٢٠٠	٤٠	١٢٤٠	١٤٨٠	٤٠	١٣٠٠	١٠٠٠	٠٠
١١	١٠٠٠	١٣٨٠	١٢٠٠	١٠٤٠	١٢٢٠	١٣٤٠	١٠٤٠	١٣٠٠	١٢٤٠	١١٨٠

فيقدم الجدول (أ) العشرة أيام الأولي من الشهر بينما يأتي الجدول (ب) بالثلث الثاني من الشهر ذاته فيليـــــه الجدول (ج) بباقي أيام الشهر ويظهر جيدا من هذه القراءات أنها متباينة إلي حد كبير ،وأنها غير تكرارية فكل

جدول رقم ٥-١ (ب) : الأحمال بوحدات (أ) خلال الثلث الثاني من شهر سبتمبر ١٩٩٩

س	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
١٢	١٢٠٠	١٣٨٠	١٢٤٠	١٤٠٠	١٣٢٠	١٤٠٠	١٣٨٠	١١٤٠	١٤٢٠	١٤٨٠
١	١٢٠٠	١٣٦٠	١١٨٠	١٢٨٠	١٢٢٠	١٣٨٠	١٣٦٠	١٢٢٠	١١٢٠	١٢٦٠
٢	١٢٠٠	١٢٤٠	١١٤٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٢٦٠	١١٦٠	١٢٢٠	١١٦٠
٣	١١٤٠	١٢٤٠	١٠٨٠	١١٢٠	١٠٦٠	١٢٦٠	١١٨٠	١١٦٠	١١٢٠	١١٠٠
٤	١٠٦٠	١١٦٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١١٤٠	١٠٨٠	١١٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠
٥	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	١٠٨٠	١١٦٠	١١٨٠	١٠٦٠
٦	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	١١٠٠	١١٦٠	١١٤٠	١٠٤٠
٧	٩٢٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	١٠٢٠	١١٦٠	١٠٨٠	١٠٤٠
٨	١١٢٠	١١٤٠	١١٠٠	١٠٦٠	١١٦٠	١١٨٠	١٠٢٠	١١٦٠	١١٤٠	١١٤٠
٩	١٢٦٠	١٢٢٠	١١٦٠	١١٦٠	١٢٢٠	١١٨٠	١٠٨٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٣٢٠
١٠	١٣٢٠	١٣٠٠	١٢٢٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١١٨٠	١١٠٠	١٢٦٠	١٤٠٠	١٣٢٠
١١	٧٤٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١٣٢٠	١٢٦٠	١٠٨٠	١٢٤٠	١٣٦٠	١٣٠٠
١٢	٧٠٠	١٣٠٠	١٢٦٠	١٣٠٠	١٣٦٠	١٣٢٠	١٠٤٠	١٢٤٠	١٣٢٠	١٣٦٠
١	٧٦٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٢٢٠	١٣٦٠	٢٦٠	١٠٦٠	١٢٠٠	١٢٤٠	١٣٦٠
٢	٦٤٠	١٣٨٠	٦٠٠	١٣٦٠	١٣٠٠	٢٦٠	١٠٨٠	١٣٠٠	١٣٤٠	١٣٦٠
٣	١٣٠٠	١٣٠٠	٦٠٠	١٣٨٠	١٣٢٠	٨٠	١٠٨٠	١٣٠٠	١٣٤٠	١٣٦٠
٤	١٢٦٠	١٢٠٠	١٣٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠	١٠٤٠	١٣٠٠	١٤٦٠	١٣٠٠
٥	١١٨٠	١١٦٠	١٢٠٠	١٢٦٠	١١٨٠	٢٠	١٠٢٠	١٢٨٠	١٣٨٠	١٢٤٠
٦	١١٨٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٦٠	١٢٤٠	٨٠	١٠٤٠	١٧٣٠	١٢٨٠	١٢٢٠
٧	٦٠	١٤٠	١٢٠٠	٦٠	١٢٠	١٠٠	١٢٠	٩٠	١٣٢٠	١٢٢٠
٨	٢٠	٤٠	٢٠	١٦٠	١٢٠	٠٠	٢٠	٩٠	١٣٤٠	١٢٢٠
٩	٢٠	٤٠	٢٠	١٦٠	٢٠	٤٠	٢٠	٩٠	١٤٢٠	١٤٢٠
١٠	٢٠	٤٠٠	٢٠	٢٠	٤٠	٨٠	١٢٠	٩٠	١٢٨٠	١٣٦٠
١١	١٣٦٠	١٢٨٠	١٣٤٠	١٣٠٠	١٣٢٠	١٣٦٠	١٢٢٠	١١٩٠	١٢٨٠	١٣٤٠

منها يختلف عن الآخر ، ومن ثم إذا رغبنا في تحديد أيهم الذي يصلح لتمثيل المجموعة الكلية لمنحنيات الأحمـــال سيكون الأمر عسيرا خصوصا وأنه سيظهر خلال العام الواحد ٣٦٥ منحنيا مختلفا ولكل منهم القراءات الذاتيـة

ولهذا تكون المعاملات المحددة لشكل المنحني وهي التي سبق شرحها من قبل غير دقيقة بالمعنى الشامل بينما هــي دقيقة لكل منحنى علي حدة .

جدول رقم ٥-١ (ج) : الأحمال بوحدات (أ) خلال الثلث الثالث من شهر سبتمبر ١٩٩٩

س	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩
١٢	١٣٨٠	١٣٦٠	١٤٤٠	١٣٤٠	١٢٢٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٨٠
١	١٣٠٠	١٢٨٠	١١٨٠	١١٨٠	١١٦٠	١١٦٠	١٢٢٠	١٠٨٠	١١٢٠
٢	١٢٢٠	١٢٢٠	١١٢٠	١١٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١١٤٠	١٠٠٠	١٠٤٠
٣	١١٢٠	١١٦٠	١٠٦٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٠٠	١٠٨٠	٩٨٠	٩٨٠
٤	٩٨٠	١٠٨٠	١٠٦٠	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٤٠	٩٨٠	٩٤٠	٩٨٠
٥	١٠٠٠	١٠٦٠	١٠٦٠	١٠٤٠	٩٦٠	٩٠٠	٩٦٠	٩٢٠	٩٨٠
٦	١٠٠٠	١٠٨٠	١١٢٠	٩٦٠	٩٦٠	٩٤٠	٩٨٠	٩٨٠	٩٨٠
٧	١٠٤٠	١٠٦٠	١١٠٠	١٠٤٠	١٠٠٠	٩٤٠	١٠٠٠	١٠٤٠	١٠٠٠
٨	١٢٢٠	١١٠٠	١١٦٠	٩٨٠	١٠٦٠	١١٠٠	١٠٦٠	١٠٠٠	١١٢٠
٩	١٢٢٠	١١٨٠	١١٨٠	٩٨٠	١١٠٠	١١٠٠	١١٢٠	١٠٤٠	١١٢٠
١٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٠٤٠	١٢٦٠	١١٨٠	١١٨٠	١٠٤٠	١٣٢٠
١١	١٢٨٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٠٨٠	١٣٦٠	١١٨٠	١١٨٠	١٢٠٠	١٢٠٠
١٢	١٢٤٠	١٢٤٠	١٤٢٠	١١٢٠	١٣٦٠	١١٨٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١١٦٠
١	٩٠٠	١١٨٠	١٣٤٠	١٠٨٠	١٣٦٠	١١٨٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١١٨٠
٢	٩٠٠	١١٨٠	١٣٤٠	١٠٤٠	١٣٦٠	١٢٠٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١٣٦٠
٣	١٠٦٠	١٢٠٠	١٣٤٠	١٠٤٠	١٢٦٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٢٠٠	١٤٠٠
٤	١٠٦٠	١٢٠٠	١٣٠٠	١٠٤٠	١٣٦٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٢٠٠	١٤٠٠
٥	٤٨٠	١٢٠٠	١٢٤٠	٩٨٠	١١٤٠	١١٢٠	١١٤٠	١٢٠٠	١٣٤٠
٦	٤٠٠	١٢٨٠	١٢٨٠	٩٨٠	١١٦٠	١١٠٠	١١٤٠	١٢٢٠	١٣٦٠
٧	٥٨٠	١٣٤٠	١٤٠٠	١١٢٠	١٣٢٠	١٢٤٠	١٣٤٠	١٢٤٠	١٨٠
٨	٥٢٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١٢٦٠	١٣٨٠	١٣٤٠	١٣٠٠	١٣٢٠	٠٠
٩	٥٢٠	١٤٢٠	١٣٢٠	١٢٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٦٠	١٢٨٠	٠٠
١٠	٣٤٠	١٤٢٠	١٣٢٠	١٢٢٠	١٣٢٠	١٢٤٠	١٣٠٠	١٢٨٠	٠٠
١١	١٣٦٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٢٤٠	١٣٦٠	١٢٤٠	١٢٦٠	١٢٤٠	١٢٤٠

في الدراسات المستقبلية والتخطيطية يحتاج المهندس المصمم إلي كل البيانات بشكل دقيق وبــالرغم مــن دقــة القراءات كل علي حدة إلا إننا في حاجة ماسة للرؤية الهندسية لها جميعا في شكل موحد وليس لليوم أو الشـــهر

أو العام بل علي مدار عمر الشبكة ككل ، ولهذا كان لزاما أن نعرض لبعض الملامح الرئيسية لمنحنيات الأحمال بالأسلوب المعبر عنها كمجموعة منحنيات معا وهو ما سوف نسترسل فيه في البنود القادمة .

٥-٢ : الحمل المتوسط Average Load

أول المعاملات الهامة المعبرة عن منحنيات الأحمال يأتي الحمل المتوسط ، وحتى نستطيع الحصول علي هذه القيمة بشكل مجمل ودقيق لا بد من إتباع الأسس الإحصائية حيث نجد نوعين من الحمل المتوسط Average Load ، أما عن النوع الأول فهو ذلك الذي يأخذ كل القراءات جميعا (X_i) لكل الفترة تحت الدراسة وعددها (N) قراءة ويتم حساب القيمة المتوسطة (μ) والمعروفة باسم Population Mean وهي ما تعرف في لغة منحنيات الأحمال باسم الحمل المتوسط لها مباشرة وهي تتبع المعادلة :

$$\mu = [\Sigma X_i] / N , (i=1,...,N) \quad (5-1)$$

وهذا يعني أن جميع القراءات تدخل في الحساب تماما وبذلك تكون النتائج دقيقة تماما ، ولا يكفي هذا المتوسط بمفرده حيث يجب أن يتحدد علاقته بباقي القراءات ولذلك نحتاج إلي المعامل الإحصائي لتحديد مدى التشتت بين المتوسط وباقي القراءات ويأتي أولهم ما يعرف باسم المتغيرVariance ويعطي بالصيغة :

$$S^2 = \Sigma [X_i - \mu]^2 / N , (i=1,...,N) \quad (5-2)$$

ومن هذا المعامل نحصل علي المعامل الموضح لعلاقة المتوسط مع باقي القياسات Measurements حسب الأحوال وهو ما يعرف بالانحراف القياسي Standard Deviationوالذي نحصل علية من خلال الجذر التربيعي للمعامل السابق في الصورة :

$$S = \sqrt{\Sigma[X_i - \mu]^2 / N} , (i=1,...,N) \quad (5-3)$$

أما عن النوع الثاني وهو الأكثر شيوعا لسهولة التعامل معه من الناحية الإحصائية ولبساطة الحصول علي القراءات وبعددها القليل وهو ذلك النوع المتبع وما سوف نتناوله في السطور الباقية حيث يتم أخذ عينة من القراءات جميعا Sample تمثلها وتكون أقل عددا فعددها (n) بدلا من (N) ولهذا تكون القيمة المتوسطة (X) Sample Mean هي

$$X = [\Sigma X_i] / n , (i=1,...,n) \quad (5-4)$$

وأيضا كما سبق بالنسبة للقياسات الكاملة نحتاج إلي المعامل الآخر الذي يكمل الوصف الدقيق رياضيا وهو نفس المعامل السابق إلا أنه في هذه الحالة تكون القسمة في المقام علي عدد النماذج منقوصا منها الواحد الصحيح وهي عملية إحصائية نتيجة أخذ العينات وبذلك تكون المعادلة الحاكمة للمتغير Variance هي :

$$\sigma^2 = \Sigma [X_i - X]^2 / (n-1) , (i=1,...,n) \quad (5-5)$$

ومن ثم نحصل علي الانحراف القياسي **Standard Deviation** لعدد n عينة في الشكل :

$$\sigma = \sqrt{\Sigma \ [X_i \ - \ \mu \ ]^2 \ / \ (n-1)} \ , \quad (i=1,\ldots,n) \qquad (5-6)$$

بهذه المعادلات سوف نستعرض المعاملات الإحصائية لمجموعة القراءات السابقة والتي نضع منها تلك المحـــددة في الجدول رقم ٥-٢ حيث نضع عليها الشرح المناسب لما سبق ذكره من معادلات .

جدول رقم ٥-٢ : الأحمال في الأسبوع الأول من شهر أغسطس ١٩٩٩ بوحدات (أ)

ساعة	٨/١	٨/٢	٨/٣	٨/٤	٨/٥	٨/٦	٨/٧
١٢	١٢٨٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٢٤٠	٩٤٠	١١٨٠
١	١٢٦٠	١٢٢٠	١٣٠٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١٢٢٠	١١٤٠
٢	١٢٨٠	١١٢٠	١٢٢٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١١٨٠	١٠٨٠
٣	١٢٤٠	١٠٨٠	١١٤٠	١١٦٠	١١٨٠	١١٠٠	١٠٢٠
٤	١٢٨٠	١١٠٠	١١٠٠	١٠٨٠	١٠٨٠	١٠٦٠	٩٨٠
٥	١١٦٠	١١٠٠	١٠٢٠	١٠٢٠	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٨٠
٦	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٢٠	١٠٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٠٠٠
٧	١٠٤٠	١٠٢٠	٩٢٠	١٠٢٠	١٠٦٠	١٠٠٠	١٠٤٠
٨	١٠٤٠	١٢٦٠	٩٨٠	١١٢٠	١١٢٠	٩٢٠	١٠٦٠
٩	١٠٦٠	١١٤٠	١٠٤٠	١١٤٠	١١٤٠	٩٨٠	١١٦٠
١٠	١١٨٠	١٢٢٠	١٠٤٠	٨٢٠	١١٦٠	١٠٠٠	١٢٠٠
١١	١٣٢٠	١٣٤٠	٧٢٠	٨٢٠	١٢٤٠	١٠٠٠	٦٤٠
١٢	١٣٢٠	١٣٤٠	٧٢٠	٨٠٠	١٢٤٠	١٠٨٠	٦٤٠
١	١٢٦٠	١٣٤٠	٧٢٠	١٢٦٠	١٣٢٠	١١٢٠	٦٤٠
٢	١٢٦٠	١٣٤٠	١١٨٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١١٢٠	١٢٨٠
٣	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١١٢٠	١٣٠٠
٤	١٢٨٠	١١٢٠	١١٨٠	١٣٨٠	١٤٠٠	١٠٠٠	١٢٨٠
٥	١١٢٠	١١٢٠	١١٦٠	١٣٠٠	١٣٢٠	١٠٠٠	١١٦٠
٦	١١٤٠	١١٢٠	١١٦٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٠٠٠	١١٦٠
٧	١١٢٠	١٠٨٠	١١٨٠	١٢٨٠	١٢٠٠	١٠٤٠	٦٠
٨	١١٤٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٦٠	١٤٠٠	١١٠٠	١٢٠
٩	٢٢٠	١٤٠٠	١٢٦٠	١٤٢٠	١٣٤٠	١١٤٠	١٢٠
١٠	٣٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	٢١
١١	٣٢٠	١٣٤٠	١٣٠٠	١٢٨٠	١٣٠٠	١١٨٠	١٣٤٠

بالنسبة للحمل المتوسط الناتج عن منحنيات الأحمال يمكننا أن نضعهما في عدة أشكال متباينة كما جاءت بعضا من هذه القراءات في الجدول رقم ٥-٢ حتى نستطيع أن نكمل الحسابات والتطبيقات على النحو المفصل لاحقا وعلى النحو التالي :

أولا : المتوسط اللحظي Instantaneous Mean

إذا بدأنا بالمتوسط اللحظي للقراءات الواردة في الجدول رقم ٥-٢ وكي نحصل على قيمة المتوسط اللحظي لكل ساعة على منحنى الأحمال فعلينا استخدام المعادلة رقم ٥-١ حيث نعبر أن القراءات جميعا هي المجموعة الكلية للقياسات المطلوبة للدراسة الإحصائية وعليه نحصل على كل قراءة متوسطة في كل توقيت والقراءات المدونة هي بعد التقريب الرياضي لعدد الخانات المتاحة تسجيلا وهي تحتوي على خطأ التقريب ، ومع ذلك فنري المتوسط اللحظي لكل توقيت لمجموع المنحنيات السبعة بشكل مبسط وواضح

جدول رقم ٥-٣ : الأحمال المتوسطة بوحدات (أ) للأسبوع الأول من شهر أغسطس ١٩٩٩

ساعة	١٢	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط	١٢٠٢,٨	١٢٤٥,٧	١٢٠٢,٨	١١٣١,٤	١٠٩٧,١	١٠٦٢,٨	١٠٢٨,٥	١٠١٤,٢
ساعة	٨	٩	١٠	١١	١٢	١	٢	٣
متوسط	١٠٧١,٤	١٠٩٤,٢	١٠٨٨,٥	١٠١١,٤	١٠٢٠	١٠٩٤,٢	١٢٤٢,٨	١٢٨٢,٨
ساعة	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
متوسط	١٢٣٤,٢	١١٦٨,٥	١١٥١,٤	٩٩٤,٢	١٠٦٠	٩٨٥,٧	٩٥٧,١	١١٥١,٤

كما أننا نستطيع الحصول على القراءات اللحظية للمتوسط اللحظي لمجموعة منحنيات بعينها دون ترتيب متسلسل أو بترتيب مثل ما جاء في الجول رقم ٥-١ (أ) فنحصل على المتوسط اللحظي لهذه القراءات كلها في الجدول رقم ٥-٤ .

جدول رقم ٥-٤: الأحمال المتوسطة اللحظية بوحدات (أ) للثلث الأول من شهر سبتمبر ١٩٩٩

ساعة	١٢	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط	١٢٣٦	١١٧٨	١١٤٠	١١٠٦	١٠٦٨	١٠٢٤	١٠٠٤	٩٨٢
ساعة	٨	٩	١٠	١١	١٢	١	٢	٣
متوسط	١٠٥٠	١١٣٨	١١١٤	١١٠٨	١٠٤٤	١١١٢	١١٠٤	١١١٠
ساعة	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
متوسط	٩٧٩	١٠٠٦	٩٠٢	٦١٤	٥٥٠	٦٥٤	٧٤٦	١١٩٤

أو يمكننا إيجاد المتوسط اللحظي لمنحنيات الأحمال لأيام الأحد خلال شهري أغسطس وسبتمبر ١٩٩٩ والواردة بالفصل الثالث وهذا الفصل لتكون على الشكل الوارد في الجدول رقم ٥-٥ .

جدول رقم ٥-٥: الأحمال المتوسطة اللحظية بوحدات (أ) لأيام الأحد خلال شهري اغسطس وسبتمبر ١٩٩٩

ساعة	١٢	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط	١٣٠٤,٤	١٢٣٧,٧	١١٦٨,٨	١١٢٠	١٠٦٢,٢	١٠٣٥,٥	١٠٤٤,٤	١٢٨٧,٥
ساعة	٨	٩	١٠	١١	١٢	١	٢	٣
متوسط	١١١٣,٣	١١٩١,١	١٢٠٤,٤	١٢٢٤,٤	١٢٥١,١	١٢٧٣,٣	١٢٧٣,٣	١٢٩٧,٧
ساعة	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
متوسط	١٢٨٨,٨	١١٤٦,٦	١١٤٤,٤	٩٧٣,٣	٧٦٢,٢	٥٤٦,٦	٦٥٥,٥	٧٥٣,٣

أما بالنسبة للنوع الثاني من الإحصاء وهو فيما لو اعتبرنا أن هذه القيم في الثلاث جداول السابقة هي مجرد عينة من مجموع المنحنيات السنوية مثلا فاننا نحصل علي القيمة المتوسطة للمتوسط اللحظي تبعا للمعادلة رقم ٥-٤ وهو ما نحصل بنفس القيم السابقة دون أدني اختلاف .

ثانيا : المتوسط اليومي Daily Mean

نأتي إلي المتوسط اليومي لمنحني الأحمال وهو المعروف باسم الحمل المتوسط وهو من الناحية الإحصائية يتحدد بالمعادلة رقم ٥-١ أيضا لمجموع القراءات جميعا لكل يوم علي حدة فنجد بالنسبة لقراءات الجدول رقم ٥-٢ أن المتوسط اليومي للأحمال هو ما جاء في الجدول رقم ٥-٦ حيث تحدد كل قيمة يومية بالمعادلة رقم ٥-١ أو ٥-٤ حيث أن الفارق في اعتبارهم عينة من القراءات أم أنهم جميعا هذه القراءات التي تدرس .

جدول رقم ٥-٦ : الأحمال المتوسطة اليومية بوحدات (أ) للأسبوع الأول من شهر اغسطس ١٩٩٩

اليوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط	١٠٣٥	١٢١٥	١٠٩٠,٨	١١٣١,٦	١٢٤٢,٥	١٠٦٦,٦	٩٠٠

وهو لمدة ٧ أيام فنجد عدد القراءات هي (٧ x ٢٤ = ١٦٨) أي أن عدد القراءات هو ١٦٨ وبالتالي نحصل علي قراءة واحدة لمجموع المنحنيات كلها معا وهي ١١٠٨,٢ (أ) إذا رغبنا في تحديد الحمل المتوسط لهذه القياسات كلها معا وهو المعبر عنهم بدقة تامة وبالمثل بالنسبة لشهر سبتمبر ١٩٩٩ نجدولها تبعا للمعادلتين ٥-١ أو ٥-٤ أيضا في الجدول رقم ٥-٧.حيث أن يوم ٢٩ من ذات الشهر قد كان بمتوسط يومي قدره ٩٨٥ (أ) والجدول يعطي باقي القراءات المحسوبة .

وجدير بالذكر أن هذه القراءات جميعا يمكننا أن نضعها بصورة مبسطة فالجدول رقم ٥-٧ قدم قراءة تنيب عن كل ٢٤ قراءة في منحنيات الأحمال وبالتالي أيضا يمكننا تحويل كل هذه القراءات طوال الشهر إلي قيمة واحدة متوسطة تعبر عن منحنيات الأحمال للشهر كله وفي هذه الحالة عدد القراءات هو ٦٩٦ قراءة ويكون المتوسط هو ١٠٦٢,٥ (أ) . وهو بذلك يشير إلي عددا واحدا بدلا من ٦٩٦ وهو يشير بجلاء ووضوح للقيمة المتوسطة للحمل إلا أنه غير كاف من الناحية العلمية لتواجد متغيرات بين القيم وكل هي قريبة كلها من هذه القيمة أم مما يلزم معه حساب الانحراف القياسي السابق

وضعه في صورة معادلة تبعا للمعادلة رقم ٥- ٣ بالنسبة للقياسات الكلية أو المعادلة ٥-٦ بالنسبة للعينات التي تمثل القياسات الكلية .

جدول رقم ٥-٧: الأحمال المتوسطة اليومية بوحدات (أ) للثلث الأول من شهر سبتمبر ١٩٩٩

اليوم	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
متوسط	١٠٣٥	١٠٣٩,١	١٠٧٧,٥	٩٥٢,١	٩٧٦,٦	١٢١٣,٣	٧١٤,١
اليوم	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
متوسط	١١٦٠,٤	١٠٤٥	٨٥٥	٩٠٤,١	١٠٥٥,٨	١١٩٢,٥	١٠٣٩,١
اليوم	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١
متوسط	١٠٢٥,٨	٧٥٥,٨	٩٤٢,١	١٠٤٧,٥	١٢٧٠,٨	١٢٥١,٢	٩٧٥
اليوم	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨
متوسط	١٢٢٧,٥	١٢٤٥	١٠٩٣,٣	١٢١٠,٨	١١٤٣,٣	١١٧٥,٨	١١٣٣,٣

وهي ١٠ أيام لها عدد قراءات يساوي ٢٤٠ قراءة وبالتالي نستطيع الحصول علي المتوسط اليومي لمجموع القراءات كلها بالطريقة الإحصائية ويكون الناتج هو ١٠٠٦,٨ (أ) وهو الرقم الممثل لكل القراءات سواء كانت عينة من قراءات شاملة أم هي ذاتها كل القياسات .

كما أنه يمكن تحديد متوسط الحمل اليومي لعدد من الأيام مثل ما ورد في الجدول رقم ٥-٨ حيث يعرض الحمل المتوسط اليومي لبعض الحالات التي يتم فيها الأيام أما بنوع محدد أو بأسلوب عشوائي .

جدول رقم ٥-٨: الأحمال المتوسطة اليومية بوحدات (أ) لبعض الحالات المجمعة لأيام محددة

الحالة	أسلوب الاختيار	المتوسط اليومي	عدد القراءات
أيام ١ ، ٢٠ ، ٢٣ / ٩	عشوائي	١١٢٦,٦	٧٢
أيام ١ ، ٧ ، ٢٥ / ٨	عشوائي	١١٢٤,٧	٧٢
أيام ٣ ، ١٧ ، ٢٦ / ٨	عشوائي	١٠٦٣,٠٣	٧٢
أيام ١ ، ٨ ، ١٥ ، ٢٢ ، ٢٩ / ٨	أيام الأحد	٩٨١,٩٨	١٢٠

كما أنه ويجب تحديد معامل الانحراف القياسي فنأخذ بعض الحالات التي سبق تحديد المتوسط لها للحالتين المتوسط اللحظي أو اليومي ونجدول النتائج في الجدول رقم ٥-٩ ، وفي هذه الحالات تم أخذ الأسلوب العشوائي للاختيار إذا ما اعتبرت أنها عينات أو يمكن أن نأخذها كقراءات متكاملة وشاملة نحتاج لدراستها ولذلك نجد أننا بحاجة إلي معاملات تعبر عن التشتت D!spersion بين القراءات جميعا والقراءة المتوسطة ومنها المعامل (S) الذي يعني أن هذه هي القراءات جميعا بينما المعامل (σ) يشير إلي أخذها عينات للقياسات

أشمل وأعم والفارق بينما أنه في حالة العينات معامل الانحراف أكبر قليلا ويقل الفارق بين معـــاملي الانحـــراف كلما زادت القراءات الداخلة في الحساب حيث ظهرت النسبة بين معاملي الانحراف في العامود الأخير لتظـــهر أنها تضاءلت عندما كانت القراءات بعدد ٢٤ نسبة إلي العدد ٧ .

جدول رقم ٥-٩: معاملي الانحراف لبعض الحالات

الحالة	عدد القراءات (N)	المتوسط (μ)	معامل الانحراف (S)	معامل الانحراف (σ)	النسبة (σ/ S)
منتصف الليل الثلث الأول من سبتمبر	١٠	١٢٣٦	٣١,٦١	٣٥,١٢	١,١١
الحمل الأقصى ٣ ص لأيام ١– ٧ /٨	٧	١٢٨٢,٨٥	٣٦,٤٦	٤٢,٥٣	١,١٦
الحمل الأدنى ١٠ م في١– ٨/٧	٧	٩٥٧,١٤	١٩١,٣٤	٢٢٣,٢٣	١,١٦
يوم كامل (١/ ٨ / ٩٩)	٢٤	١٠٣٥	٦٤,٣٥	٦٧,١٤	١,٠٤

ثالثا : المتوسط الأسبوعي Weekly Mean

ننتقل إلي المدى الأوسع في جمع القياسات لنفس المنحنى من الناحية النوعية ومن ثم ندخل في إطار الأســـبوع أو أكثر فنجد أننا أمام مجموعة أو مجموعات متنوعة في البيانات ومتداخلة أو متباعدة في أحيان أخرى ولهذا نعتمـــد على أسلوب المجموعات الإحصائية في الوصول إلي المعاملات الإحصائية التي تخص البيانات ككـــل فنجـــد أن القيمة المتوسطة للمجموعة Grouped Mean وهو بالرمز X_g يعطى بالمعادلة :

$$X_g = [\Sigma f M] / n = [\Sigma f M] / \Sigma f \qquad (5\text{-}7)$$

حيث نجد أن M تعبر عن المتوسط لكل مستوي في المجموعة بينما f تعبر عن عدد القراءات داخل هذا المستوي وأما n فتعني عدد القياسات الأجمالي ومن ثم نستطيع الحصول على الحمل المتوسط لمجموعة كبيرة من القياســات والممثلة لمنحنيات الأحمال على مدار كبير مثل الأسبوع أو أكثر ، كما أننا بحاجة إلي تحديد الوســـط Median الذي يتبع الصيغة :

$$Median = L_{md} + C [n/2 - F] / f_{md} \qquad (5\text{-}8)$$

حيث L_{md} تعني الحد الأدنى للمستوي المتوسط ، F تعني القيمة التراكمية للمستوي السابق عـــن المســـتوي المتوسط و الرمز f_{md} يعني العدد من القراءات والواقع في المستوي المتوسط وأخيرا C تمثـــل مـــدى كـــل مستوي ، بالاضافة إلي أنه عادة ما نحتاج إلي تحديد المجال النمطي الذي تقع فيه مجموعة القراءات والتي تعـــرف باسم group mode وهي ما تعطي رياضيا بالمعادلة :

$$group\ mode = L_{mo} + C D_a / [D_b + D_a] \qquad (5\text{-}9)$$

حيث L_{mo} تعني الحد الأدني للمستوي المتوسط بينما D_b تمثل الفرق بين عدد القراءات في كل من المستوي المتوسط والمستوي التالي أما D_a فتمثل الفرق بين عدد القراءات في المستوي المتوسط والمستوي السابق له .

أما عن معاملات التشتت في هذه الحالة فانها تتحدد معامل الانحراف Standard Deviationعلي النحو:

$$S = \sqrt{\Sigma[f M^2 - n X^2]/(n-1)} \quad (5\text{-}10)$$

حيث   هي القيمة المتوسطة وفي حالة منحنيات الأحمال فانها تعبر عن الحمل المتوسط .

وبهذا الأسلوب نأخذ مثالا للأسبوع الأول من شهر أغسطس (الجدول ٥-٢) ونتعامل معه بصورة المجموعات الإحصائية فنجد النتائج واردة في الجدول رقم ٥- ١٠ بعد تحديد القراءة الدنيا وهي ٢١ وقابعة اليوم السابع عن الساعة العاشرة مساءا وكذلك القراءة العظمي وهي ١٤٢٠ في اليوم الرابع في الساعة التاسعة مساءا فتتحدد اختياريا عدد المستويات أو بالمعني الأصح مدي المستوي وقد تحدد ٢٠٠ بينما عدد القراءات الإجمالي هو ١٦٨ ، ومن ثم نحصل علي البيانات التي سجلت في الجدول .

جدول رقم ٥-١٠ : النتائج الإحصائية لمجموعات الأسبوع الأول من أغسطس ١٩٩٩

بيان	٢١-٢٢٠ class 1	٢٢١- ٤٢٠	٤٢١- ٦٢٠	٦٢١- ٨٢٠	٨٢١- ١٠٢٠	١٠٢١- ١٢٢٠	١٢٢١- ١٤٢٠ class 7
٨/١	١	٢				١٠	١١
٨/٢					١	١٣	١٠
٨/٣				٣	٤	١٢	٥
٨/٤				٣	٣	٤	١٤
٨/٥						١٠	١٤
٨/٦					١٠	١٤	
٨/٧	٤			٣	٤	٩	٤
التردد f frequency	٥	٢	صفر	٩	٢٢	٧٢	٥٨
تردد تراكمي cumulative frequency	٥	٧	٧	١٦	٣٨	١١٠	١٦٨
وسط median	١٢٠,٥	٣٢٠,٥	٥٢٠,٥	٧٢٠,٥	٩٢٠,٥	١١٢٠,٥	١٣٢٠,٥
fM	٦٠٢,٥	٦٤١	صفر	٦٤٨٤	٢٠٢٥١	٨٠٦٧٦	٧٦٥٨٩
fM^2	٧٢,٦	٢٠٥,٤	صفر	٤٦٧٢	١٨٦٤١	٩٠٣٩٧,٤	١٠١١٣٥,٧

وبعدها نحصل علي الحمل المتوسط بالمعادلة رقم ٥-٧ بقيمه ١١٠٢.٦٤٢٨ بينما الإنحراف الكلي (المعادلــة رقم ٥-١٠) بمقدار ٦٥٠٦٨,٥٠٢ حيث الأرقام مقسومة علي ١٠٠ ومن ثم يصبح معامل الإنحراف

جدول رقم ٥-١١ : الأحمال اليومية (الأحد) تكراريا في شهري أغسطس وسبتمبر ١٩٩٩

س	١	٨	١٥	٢٢	٢٩	٥	١٢	١٩	٢٦
١٢	١٢٨٠	١٣٠٠	١٣٦٠	١٣٦٠	١٣٦٠	١٠٠٠	١٣٨٠	١٤٢٠	١٢٨٠
١	١٢٦٠	١٢٤٠	١٣٤٠	١٣٠٠	١٢٨٠	١٠٨٠	١٣٦٠	١١٢٠	١١٦٠
٢	١٢٨٠	١١٤٠	١١٦٠	١٢٤٠	١١٢٠	١٠٨٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٠٤٠
٣	١٢٤٠	١٠٦٠	١١٠٠	١٢٢٠	١٠٦٠	١٠٤٠	١٢٤٠	١١٢٠	١٠٠٠
٤	١٢٨٠	٩٨٠	٩٦٠	١٢٢٠	١٠٠٠	٩٨٠	١١٦٠	١٠٤٠	٩٤٠
٥	١١٦٠	٩٨٠	٩٦٠	١٠٨٠	١٠٠٠	٩٨٠	١٠٨٠	١١٨٠	٩٠٠
٦	١٠٨٠	٩٨٠	٩٦٠	١٠٨٠	٩٤٠	٩٦٠	١٠٨٠	١١٤٠	٩٤٠
٧	١٠٤٠	٩٨٠	٩٦٠	٩٨٠	٩٤٠	٩٦٠	١٠٨٠	١٠٨٠	٩٤٠
٨	١٠٤٠	١١٢٠	١٠٨٠	١٢٨٠	١٠٠٠	١١٢٠	١١٤٠	١١٤٠	١١٠٠
٩	١٠٦٠	١٢٢٠	١٢٢٠	١٣٢٠	١٠٠٠	١٣٠٠	١٢٢٠	١٢٨٠	١١٠٠
١٠	١١٨٠	١٢٤٠	١٢٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	٧٢٠	١٣٠٠	١٤٠٠	١١٨٠
١١	١٣٢٠	١٢٦٠	١٢٢٠	١٣٤٠	١٢٦٠	٨٠٠	١٢٨٠	١٣٦٠	١١٨٠
١٢	١٣٢٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١٤٠٠	١٤٦٠	٧٦٠	١٣٠٠	١٣٢٠	١١٨٠
١	١٢٦٠	١٢٢٠	١٠٠٠	١٤٢٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١٣٤٠	١٢٤٠	١١٨٠
٢	١٢٦٠	١٢٤٠	١٠٠٠	١٤٢٠	١٢٤٠	١٣٨٠	١٣٨٠	١٣٤٠	١٢٠٠
٣	١٢٨٠	١٣٨٠	١٠٨٠	١٤٢٠	١٢٤٠	١٤٢٠	١٣٠٠	١٣٤٠	١٢٢٠
٤	١٢٨٠	١٤٢٠	١١٠٠	١٢٨٠	١٢٤٠	١٤٠٠	١٢٠٠	١٤٦٠	١٢٢٠
٥	١١٢٠	١٤٢٠	٥٦٠	١٢٨٠	١١٦٠	١١٢٠	١١٦٠	١٣٨٠	١١٢٠
٦	١١٤٠	١٣٤٠	٦٠٠	١٢٤٠	١٢٨٠	١١٢٠	١٢٠٠	١٢٨٠	١١٠٠
٧	١١٢٠	١٣٤٠	١١٦٠	١٢٤٠	١١٦٠	٤٠	١٤٠	١٣٢٠	١٢٤٠
٨	١١٤٠	١٣٦٠	٢٠٠	١٦٠	١١٢٠	١٦٠	٤٠	١٣٤٠	١٣٤٠
٩	٢٢٠	٦٠	١٢٠	١٠٠	١٥٠٠	١٦٠	٤٠	١٤٢٠	١٣٠٠
١٠	٣٢٠	٦٠	١٠٠	٠٠	١٢٦٠	١٢٤٠	٤٠٠	١٢٨٠	١٢٤٠
١١	٣٢٠	٢٠	١٢٠	٤٠	١٢٦٠	١٢٢٠	١٢٨٠	١٢٨٠	١٢٤٠

بالقيمة ٢٥٥,٠٨٥٢٨ – كما سجل بالجدول التردد العراكمي **Cumulative Frequency** وهو ما يعتبر معاملا هاما في الحسابات الاحصائية – أما عن الوسط: **Median** فيتم حسابه علي النحو

Median = 621 + 200 | (168 / 2 – 7) / 16 | = 621 + 962.5 = 1583.5

أما مجال النمط Mode فنجده بالطريقة المماثلة رياضيا علي النحو :

$$Mode = 621 + 200 [9 / (9+ 22) = 679.0645$$

ولمزيد من التوضيح يمكننا وضع أيام الأحد خلال شهري الدراسة في الجدول رقم ٥-١١ ونعيد ذلك .

وهكذا نحصل علي النتائج الإحصائية بعدد قراءات أكبر وهو ٢١٦ وبقيمة دنيا هي الصفر في الساعة العاشرة مساء ٨/٢٢ وقيمة عظمي هي ١٥٠٠ في الساعة ٩ م يوم ٨/٢٩ وبذلك سيكون المدي ٣٠٠ وتكون المستويات classes خمسة فقط وباقي البيانات كما بالجدول رقم ٥-١٢ .

جدول رقم ٥-١٢ : البيانات الإحصائية لأيام الأحد خلال شهري أغسطس وسبتمبر ١٩٩٩

بيان	٠ - ٢٩٩	٣٠٠ - ٥٩٩	٦٠٠-٨٩٩	٩٠٠ - ١١٩٩	١١٢٠ - ١٤٩٩
٨/١	١	٢		١٠	١١
٨/٨	٣			٧	١٤
٨/١٥	٤	١	١	١٢	٦
٨/٢٢	٤			١١	١٧
٨/٢٩				١١	١٣
٩/٥	٣		٣	١١	٧
٩/١٢	٣	١		٦	١٤
٩/١٩				٧	١٧
٩/٢٦				١٥	٩
التردد f frequency	١٨	٤	٤	٨٢	١٠٨
تردد تراكمي cumulative frequency	١٨	٢٢	٢٦	١٠٨	٢١٦
وسط	١١٤,٥	٤١٤,٥	٧١٤,٥	١٠١٤,٥	١٣١٤,٥
fM	٢٠٦١	١٦٥٨	٢٨٥٨	٨٣١٨٩	١٤١٩٦٦
fM^2 (١٠٠)	٢٣٥٩,٨	٦٨٧٢,٤	٢٠٤٢٠,٤	٨٤٣٩٥٢٣,٦	٣٧٣٢٢٨٦

وبالتالي نحصل علي الحمل المتوسط بقيمة ١٠٧٢,٦ بينما الوسط هو ١٥٩٢,٣٠٧ والمجال يساوي ٦١٣,٩٥ أما عن معامل الانحراف فهو ٩٣٣,٢٠٣ وهذا مع المثال السابق يؤكدان علي أهمية الدراسة الإحصائية لمنحنيات الأحمال .

تزداد أهمية العمليات الحسابية بنظام المجموعات عندما نحصل علي المتوسط الشهري فنجد مثلا بالنسبة لشهر سبتمبر وبعد التحديد للقيمة الصغري والعظمي أنها تتوزع علي خمس مستويات كما جاء في الجدول رقم ٥-١٣ حيث نجد أن الوسط (أي الحمل المتوسط) يساوي ١٠٧٢,٧٧ أمبير بينما نحصل علي معامل التشتت الخاص بالانحراف بالقيمة ٣٤٦,٢٥ وهو ما يمثل التباين الشديد بين القيمة المتوسطة وبقية القياسات .

جدول رقم ٥-١٣ : البيانات الإحصائية لشهر سبتمبر ١٩٩٩

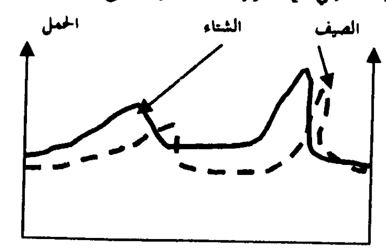
بيان	٠-٢٩٩	٣٠٠- ٥٩٩	٦٠٠-٨٩٩	٩٠٠- ١١٩٩	١١٢٠ - ١٤٩٩
frequency (f (التردد	٦٤	١٢	١٨	٣١٤	٢٨٨
تردد تراكمي cumulative frequency	٦٤	٧٦	٩٤	٤٠٨	٦٩٦
وسط median	١٤٩,٥	٤٤٩,٥	٧٤٩,٥٠	١٠٤٩,٥	١٣٤٩,٥
fM	٩٥٦٨	٥٣٩٤	١٣٤٩١	٣٢٩٥٤٣	٣٨٨٦٥٦
fM^2	١٤٣٠٤١٦	٢٤٢٤٦٠٣	١٠١١١٥٠٤	٣٤٥٨٥٥٣٧٠	٥٢٤٤٩١٢٧٠

بمقارنة النتائج ووقت حسابها بالطريقتين (المباشرة والمجموعات) نجد أن حساب المتوسط أو معامل الانحراف يأخذان من الوقت والمجهود الأكبر في الحالة المباشرة حيث يتم الجمع لمربعات الفرق بين القراءة والمتوسط لكل القراءات جميعا بينما في حالة المجموعات فتتم بعدد المستويات وفي هذه الحالة المالثة فهي خمسة فقط وشتان الفرق في الوقت والمجهود الحسابي ويكون الفرق أكبر وواضح جدا إذا اعتبرنا عاما كاملا كقياسات كاملة بدون أخذ عينات .

رابعا : المتوسط السنوي Annual Mean

يدخل المتوسط السنوي بالمعني العام وهو المنحني السنوي للأحمال بالقيمة المتوسطة اللحظية سواء كان ذلك من خلال القراءات جميعا أو باسلوب العينات ولذلك الحصول عليه عبارة عن تكرار لما سبق شرحه في النقاط السابقة وما علينا إلا أن نضع هذا في الاطار العام له ومن خلال القراءات السابقة ونعتبرها عينة للقياسات الكلية ومن ثم نحسب المنحني السنوي للأحمال ، علاوة علي التباين الشديد بين الأحمال علي مدار العام فهناك منحني الأحمال الشتوي والآخر الصيفي ويبين الشكل رقم ٥- ١ الفرق بينهما والناتج عن زيادة أحمال المراوح

وتشغيل بعض المصانع الموسمية المتخصصة في الطقس الصيفي وبالمثل في حالة الشتاء حيث التدفئة ، بالإضافة إلي التغيير الزمني في التوقيت الصيفي عن الشتوي مما يتسبب في وضوح الزحزحة بينهما .



الساعات اليومية

الشكل رقم ٥-١ : منحني الأحمال السنوي في فصلي الصيف والشتاء

مع ملاحظة أن المنحني الجديد سيأخذ نفس الهيكل السابق ويكون له معاملات متقاربة مثل ما جاء في الفصل السابق ومن هنا نجد أن التحليل الإحصائي ضروريا وأساسيا للتعامل مع المقارنات والبحث المراد بهذه المنحنيات وقبل كل هذا نضع في الجدول رقم ٥-١٤ بعض المعاملات الاحصائية للحالات السابقة لمزيد من التحليل والهام لنا في هذه الخطوة أيضا .

جدول رقم ٥-١٤ : البيانات الإحصائية للأمثلة السابقة

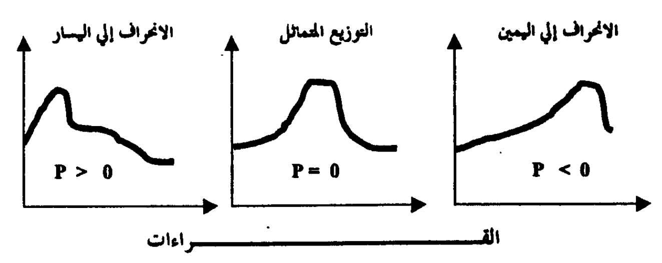
الحالة	أيام الأحد لشهري ٩،٨/ ٩٩	أول أسبوع في أغسطس	شهر سبتمبر
عدد القراءات n	٢١٦	١٦٨	٦٩٦
المتوسط µ	١٠٧٢,٨٣	١١٠٢,٦٤	١٠٧٢,٧٧
النمط mode	٦١٣,٩٥	٦٧٩,٠٥	٦٠٥,٩٦
الوسط median	١٥٩٢,٣	١٥٨٣,٥	٦٤٥,٣٣
معامل الانحراف σ	٩٢٢,٩٥	٢٢٤,٧	٣٤٦
معامل التزحزح p	١,٥٦٩ -	٦,٤٢ -	٣,٧٠٦

جميع القراءات في الجدول قد سبق تحديدها من قبل ما عدا معامل التزحزح Skewness Factor وهو ما يعطي بالمعادلة

$$P = 3\,[\,\text{mean} - \text{median}\,]\,/\,s \qquad (5\text{-}11)$$

وموضوع التزحزح يعني ما يعرف باسم التوزيع الترددي للقياسات وهو ما يحتمل أن تـأخذ شـكلا جوهريـا يعرف بالتوزيع المتماثل بينما هذا التماثل قد ينحرف إما إلي اليمين أو إلي اليسار وتعني الزحزحة جهـة اليمـين الإشارة الموجبة للمعامل P أو تلك السالبة أي جهة اليسار أما إذا تساوي كل من الوسط والمتوسط والنمـط فيكون التوزيع الترددي متماثل ولا تحدث العملية التزحزحية من حيث المبدأ وهو ما يظهر فيما يعـرف باسـم distribution function وهو ما سوف نهتم به في السطور التالية .

يعرض الشكل رقم ٥-٢ الشكل العام في الحالات الثلاثة للتوزيع الترددي لأي من القراءات في صورة عامة

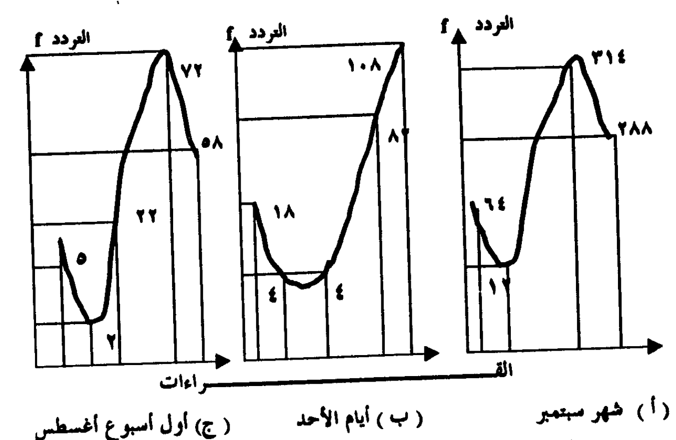


الشكل رقم ٥-٢ : الأشكال المحتملة للتوزيع الترددي لأي قراءات إحصائية

وهناك معاملا آخر يضاف إلي ما سبق وهو معامل التغير Coefficient of Variation وهو مـا يختصـر إلي CV والذي يتم حسابه إذا تعاملنا مع القراءات في شكل المجموعات من المعادلة :

$$CV = 100 \times \sqrt{\Sigma[f M^2 - n X^2]/(n-1)} / X \qquad (5\text{-}12)$$

وهذا التغير متفاقم في حالات الأحمال فنري منحنيات أحمال تتجه ناحية اليمين مثل الأسبوع الأول من أغسطس وكذلك شهر سبتمبر الواردة بياناتهم في الجدول السابق بينما نجد نفس النوعية من القراءات قد تحولت جهة اليسار كما في حالة أيام الأحد ونرجع هذا إلي التباين بين نوعيات الحمل في هذا اليوم بل وقد تظهر إختلافات أخري في القراءات مثل ما يبين من الشكل رقم ٥-٣ حيث يبين المنحني التردد مع القراءات وتركيزها ومن ثم طريقة التوزيع فيما بينها .



(أ) شهر سبتمبر (ب) أيام الأحد (ج) أول أسبوع أغسطس

الشكل رقم ٥-٣ : التغير بين القراءات والتردد لبعض الحالات السابقة

وهذا يوضح عدم الإنتظام في قيمة معامل التزحزح فكل ما كبرت الفترة الزمنية للقياس كلما ظهر التباين الأكبر وبالتالي الاحتياج الجوهري للتعامل مع هذه القراءات بالطريقة الإحصائية كما أن معامل التغير يمكن أن يتبع القراءات المتوسطة المباشرة ويأخذ الصورة الرياضية :

$$CV = 100 \left[\sqrt{\Sigma[X_i - X]^2 / n-1} \right] / X \quad , (i=1,\ldots,n) \qquad (5\text{-}13)$$

ومن هذه المعادلة أيضا نستنتج أن القيمة العددية لمجموع القراءات ذات أهمية خاصة في تحديد الملامح الرياضية والهندسية للمعاملات الإحصائية ، وهكذا نجد أن المتوسط السنوي لا بد وأن يخضع لأسلوب العينات وبالتالي نحصل علي الملامح الأساسية له شكلا وأيضا بالمعاملات الإحصائية السابق الحديث عنها وفي جميع الأحوال ستتبع نفس القراءات الشهرية كما تم حسابه في الحسابات السابقة خلال الجداول والأشكال السابقة .

خامسا : متوسط الأوزان الحملية Weight Loads Mean

تأتي الأوزان المتزايدة في نقطة ما أو عدد منها داخل القياسات الإجمالية ولذلك يمكننا الاستفادة من هذه الطبيعة الإحصائية في التعامل مع منحنيات الأحمال خصوصا عند النقاط الحرجة مثل الذروة أو الأحمال الخفيفة والتي سبق الحديث عنها إلا إننا هنا نتعامل مع هذه النقاط من محور الإحصائيات وما ينتج عنها من مواصفات

تؤكد علي أهمية حساب هذه الحدود الهندسية . والمتوسط الإحصائي X_w نتيجة أوزان متغيرة W_i للقياسات المختلفة X_i يتبع الصيغة :

$$X_w = [\Sigma X_i W_i] / \Sigma W_i \qquad (5\text{-}14)$$

لتوضيح مدي ضرورة معامل التوزيع الوزني بين القياسات نضع القراءات الخاصة بأيام الأحد خلال شهري أغسطس وسبتمبر (جدول رقم ٥-١٥) في ثلاث حالات مختلفة ففي الأولي نضع تأثير زيادة أوزان أحمال الذروة ويدرج الجدول رقم ٥- النتائج الحسابية لهذه الحالة .

جدول رقم ٥-١٥ : البيانات الإحصائية لتأثير أوزان الذروة علي المتوسط

وزن من ٥-٨ م	باقي القراءات	$[\Sigma X_i W_i]$	ΣW_i	X
١	١	٢٠١٠٧٩,٣٣	٢١٦	٩٣٠,٩
٢	١	٢٣٧١٩,٣٣	٢٥٢	٩٤١,٧
٤	١	٣٠٩٧٩٩,٣٣	٣٢٤	٩٥٦,١
٦	١	٣٨٢٢٧٩,٣٣	٣٩٦	٩٦٥,٣
٨	١	٤٥٤٧٥٩,٣٣	٤٦٨	٩٧١,٧
١٠	١	٥٢٧٢٣٩,٣٣	٥٤٠	٩٧٦,٣
١٢	١	٥٩٩٧١٩,٣٣	٦١٢	٩٧٩,٩

أما تأثير أحمال الليل في الفترة من٤ صباحا وحتى السابعة لذات الأحمال الخاصة بأيام الأحد خلال الشهرين فقد جاءت في الجدول رقم ٥-١٦ حيث تم اعتبار الفترة من الساعة الرابعة وحتى السابعة صباحا ممثلة لها

جدول رقم ٥-١٦ : البيانات الإحصائية لتأثير الأحمال الليلية علي المتوسط

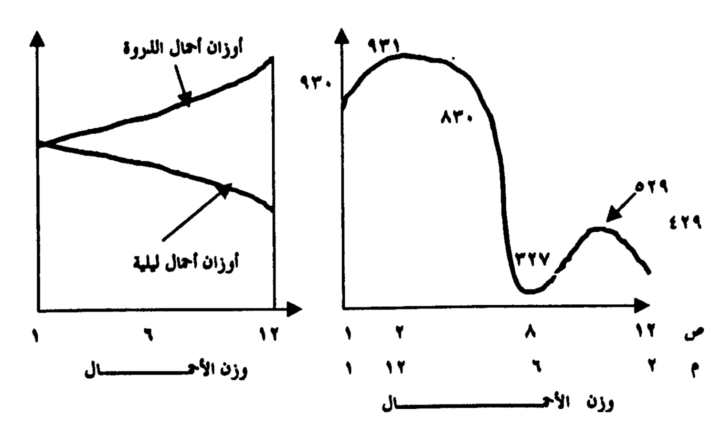
وزن ٤-٧ ص	باقي القراءات	$[\Sigma X_i W_i]$	ΣW_i	X
١	١	٢٠١٠٧٩٣٣	٢١٦	٩٣٠,٩
٢	١	٢٠٤٧٧٩,٣٣	٢٥٢	٨١٢,٦
٤	١	٢١٢١٧٩,٣٣	٣٢٤	٦٥٤,٨
٦	١	٢١٩٥٧٩,٣٣	٣٩٦	٥٥٤,٤
٨	١	٢٢٦٩٧٩,٣٣	٤٦٨	٤٨٤,٩
١٠	١	٢٣٤٣٧٩,٣٣	٥٤٠	٤٣٤,٠
١٢	١	٢٤١٧٧٩,٣٣	٦١٢	٣٩٥,٠

وأخيرا تم مزج التغير بين الحالتين السابقتين كما وردت بنسب الأوزان المدونة بالجدول رقم ٥-١٧ بشــرط ان مجموع نسبتين الفترتين للذروة والأحمال الخفيفة ثابتة بقيمة ٦٤٨ وهو ما يظهر من نتائج في الجدول .

جدول رقم ٥-١٧ : البيانات الإحصائية لتأثير أوزان الذروة والأحمال الخفيفة ليلا علي المتوسط

وزن ٤-٧ ص	وزن ٥-٨م	باقي القراءات	$[\Sigma X_i W_i]$	X
٢	١٢	١	٦٠٣٤١٩,٣٣	٩٣١,٢
٤	١٠	١	٥٣٨٣٣٩,٣٣	٨٣٠,٧
٦	٨	١	٤٧٣٢٥٩,٣٣	٧٣٠,٣
٨	٦	١	٢١٢١٧٩,٣٣	٣٢٧,٤
١٠	٤	١	٣٤٣٠٩٩,٣٣	٥٢٩,٤
١٢	٢	١	٢٧٨٠١٩,٣٣	٤٢٩,٠

ويمكن أن نوضح هذه العلاقة الهامة بين تأثير تغير أوزان الأحمال لاكهربائية علي المتوسط الإحصائي والذي يمثـل إلي حد بعيد تلك القيمة التي يجب التعامل معها علميا خصوصا في الدراسات المستقبلية لتطوير الشبكات ككـل وتزداد أهمية ذلك مع الربط الكهربائي والذي تم بين مصر والأردن وفي سبيل استكماله مع ليبيــا والجــيران العرب وأفريقيا في القريب العاجل . ويعطي الشكل رقم ٥- ٤ أسلوب التأثر لكل من الحالات الثلاثة .



الشكل رقم ٥-٤ : الشكل العام للعلاقة بين أوزان الأحمال وقيمة الحمل المتوسط

ومن الشكل رقم ٥–٤ نجد أن تأثير زيادة أوزان أحمال الذروة يرتفع باستمرار مع زيادة الأوزان وعلى النقيض يقل تأثير الأحمال الخفيفة على المتوسط أي يقل المتوسط مع زيادة أوزان الحمل الخفيف بينما تصبح العملية صعبة عند تداخل المعاملات والأوزان لكافة المراحل الزمنية على منحنيات الأحمال وهو ما يظهر في الحالة الثالثة وما يصاحبها من تباين بين حركة الزيادة والنقصان في قيمة الحمل المتوسط وكل هذه الحالات هامة لدراسة تأثير الذروة أو أحمال بعينها داخل المنحنيات وتزيد أهمية هذه الدراسة إذا زادت القياسات والمنحنيات تحت الدراسة . وتعتبر هذه المعاملات الإحصائية من الضروريات الأساسية لتحليل هذه المنحنيات في الدراسات المستقبلية لإنشاء الشبكات الكهربية أو أجزائها أو حتى إضافة أي من الأجزاء الجديدة وتندرج في هذا تلك المدن الجديدة والمناطق في المشروعات الكبرى مثل مشروع توشكي وشرق بور سعيد أو شمال خليج السويس وغيرها من المدن المتواجدة أيضا مثل العاشر من رمضان أو السادس من أكتوبر .

REFERENCES المراجع

١- بسيوني البرادعي (١٩٩٠ - ١٩٩٥) : مجلة الكهرباء والطاقة .

٢- علي الصعيدي (١٩٩٠): الكهرباء عصب الحياة- الكهرباء والطاقة - ٥(٢-٣).

٣- ماهر أباظة (١٩٩٠): مشروعات الربط الكهربي بين مصر والــدول العربيــة المتجــاورة وزائير - الكهرباء والطاقة - ٥(٥٠-٥١).

٤- محمد حامد (١٩٩٩): المستقبل التنموي للطاقة العربية - مصر .

٥- محمد زكي محمد خضر (١٩٩٥): الأنظمة الخبيرة في التطبيقات الصناعية - المؤتمر الــدولي للاتصالات بالدول الإسلامية - عمان - الأردن - مايو ١٩٩٥ - (١-٧).

٦- محمد محمد حامد (١٩٩٨): الشبكات الكهربية - الهيئة العامة للأبنية التعليمية - القاهرة

٧- محمد محمد حامد (١٩٩٩) : الترشيد - الهيئة العامة للأبنية التعليمية - القاهرة .

٨- منحنيات الأحمال لمدينة بور سعيد خلال ١٩٩٩ - شركة كهرباء القناة - مصر .

٩- نشرة معلومات محافظة بور سعيد (١٩٩٣) عدد ١ - ٣ .

١٠- نشرة فنية (١٩٩١) - مشروع ترشيد الطاقة - رقم ٤ - يوليو .

١١- يوسف الهاجري (١٩٩٣): النظام الكهربي والمالي - المهندسون- ٣٩(٨-١٦).

12- H. Abd Allah (1995) : Energy efficiency and the Egyptian economy. Inter. Conference On Tech. For Energy Efficiency & Environ. Protection, March 26-30, EE1(1-18)

13- M. Hamed et al (1987): Economic criteria for the compensation of reactive power loads in transmission and distribution networks. Arab Gulf J. Scient. Res. Math. Phys. Sci., A 5 (2) 239-258.

14- V. K. Mehta (1993) : Principles of Power Systems, ND.

15- Power Factor Correction - Energy Conservation & Efficiency Project Washington, USA, 1992

16- M. L. Soni, P. V. Gupta & U. S. Bhatnager (1979) : A Course in Electrical Power , Dhanpat Rai & Sons, Delhi, India.

17- A. L. Webster (1998): Applied Statistics for Business & Economics, An Essential Version, Mc Graw Hill, 3rd Edition, NY.

رقم الإيداع ٣٠٧٦ / ٢٠٠٠